Digitized by Google

App. mil.
63 c (2
Hoyer. 7.9.

Digitized by Google

<36613868660013

<36613868660013

Bayer. Staatsbibliothek

Digitized by Google

Digitized by Google

Allgemeines Wörterbuch

der

Kriegsbaukunst,

welches die

theoretische und praktische Darstellung aller Grundsätze und Lehren des Festungsbaues, des Angriffes und der Vertheidigung befestigter Orte und des Minenkrieges enthält.

Zweiter Theil.

F. bis Q.

Mit IX. Kupfertafeln.

Berlin, 1816.

In der Realschul-Buchhandlung.

Digitized by Google

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Digitized by Google

Vorwort.

Durch den Feldzug des vorigen Jahres abgehalten, kann ich meinen Lesern die gegenwärtige Fortsetzung des Wörterbuches erst jetzt übergeben, worinnen ich mich vorzüglich bemühet habe: die Einrichtung der Futtermauern, mit und ohne Kasematten, der Festungsgräben, die Anlage der Minen, die Bestimmung der Ladungen derselben, und die Grundsätze zu erläutern, auf welchen die Verfertigung der Bauanschläge beruhet. Unter dem Artikel Mauerverband findet man die Darstellung der, von den Franzosen so genannten Coupe des pièrres, worüber man in Deutschland noch kein eigenes Werk hat, obgleich der praktische Theil dieser Kunst den deutschen Bauleuten längst bekannt war, wie die aus Bruchsteinen aufgeführten kühnen Bogengewölbe ihrer alten gothischen Kirchen beweisen.

Indem ich auf diese Weise mich bestrebte: wo möglich, Nichts zu übergehen, was dem Kriegsbaumeister bei der gegenwärtigen Lage der Wissenschaft nützen oder inter-

Digitized by Google

essiren kann: werden ihm eine Menge älterer und neuerer Werke entbehrlich, deren Anschaffung theils schwer, theils äußerst kostspielig ist, und deren Durchlesung selbst durch die sich fortwährend drängende Menge von Geschäften öfters unmöglich wird, während es dem Ingenieur wichtig ist: bei den Festungsarbeiten, womit er sich eben beschäftiget, manche in jenen enthaltene neue Ansichten und Erfahrungen zu berücksichtigen.

v. Hoyer,
Königl. Preuß. Oberster im Ingenieur-Corps.

F.

Fallbäume (orgues) und Fallgatter (herses) waren in der früheren Zeit, als die Eingänge der Festungen und Schlösser noch durch keine Außenwerke gegen feindlichen Ueberfall geschützt wurden, zur Verschließung der Thore bestimmt. Eine, der Breite des letztern angemessene Anzahl 5" starker Balken, oder ein aus dergleichen Holzwerk zusammengefügtes Gatterthor hing zu dem Ende an einem Wellbaume über dem Eingange, damit es leicht und schnell herunter gelassen werden konnte. Die Außenwerke und der bedeckte Weg machen diese Vorrichtungen entbehrlich, die noch außerdem ein besonderes Gebäude über dem Thore erfordern, in dem sich das Gatter auf- und abbeweget. Man findet sie daher jetzt nur noch in einigen alten Bergfesten, wo sie noch aus der Vorzeit vorhanden sind.

Falscher Angriff (fausse attaque) wird bei dem Angriff irgend eines befestigten Ortes an einer oder mehreren Seiten mit einer schwächern Truppenzahl veranstaltet, um die Aufmerksamkeit des Feindes zu theilen, und von dem wahren Punkte abzuziehen, wo man durchzubrechen hofft. Da jedoch wohl vielleicht der Feind auch hier so überrascht wird, daß der falsche sich in den wahren und eigentlichen Angriff verwandelt; müssen allezeit hinreichende Unterstützungstruppen bereit stehen, um in einem solchen Falle jede, von dem Feinde gegebene Blöße zu benutzen. Eine wesentliche Vorsicht ist dabei: auch die zum falschen Angriff bestimmten Truppen, besonders bei Ueberfällen, keinen unnützen Lerm erregen zu lassen, und dadurch den Feind aufmerksam zu machen, wodurch leicht das ganze Unternehmen fehlschlagen kann. Durch einen ähnlichen Fehler ward der genug bekannte und sehr gut entworfene Anschlag auf Bitsch vereitelt.

Façen (les faces) oder die Gesichtslinien der Bollwerke AC und BD Fig. 2. Tab. I. stoßen in dem bestrichenen Winkel A und B. zusammen, und wurden von den älteren Kriegsbau-

meistern nur kurz gemacht, um dadurch dem Feinde eine desto kleinere Fläche zum Angriff darzubieten. Allein nicht nur geben längere Façen, auch in Verbindung mit einem offenen Bollwerkswinkel den Belagerten mehr Raum zur Vertheidigung; sondern eine längere, dem Angriff ausgesetzte Linie, muß — weil sie mehr Geschütz fassen kann — eben deshalb auch einer kräftigeren Vertheidigung fähig seyn. Es folgt hieraus: daß längere Façen unter allen Umständen den kürzern vorzuziehen sind, sobald sie die Länge von 30 Ruthen nicht überschreiten, weil sie außerdem die Bollwerke zu sehr vergrößern und auch eine weitere Oeffnung der Ravelinskehle erfordern würden. Da nun Cormontaigne die Länge der äußern Polygon allgemein auf 90 Ruthen gesetzt hat, so macht er dem eben angeführten Grundsatze zufolge die Länge der Façen $\frac{2}{3}$ oder 30 Ruthen, und läßt das Ravelin 8 bis 10 Ruthen von dem Schulterpunkte nach der Spitze Cp. gehen. Wenn die Flanken, wie hier, senkrecht auf der Streichlinie stehen, und folglich CFD = 90°; so ist der Sinus davon = 1, und Sin. 90° + B = Cos. B, und Sin. 98° + 2 B. = Cos. 2 B.; folglich findet man die Façe $= \frac{\text{a. Cos. B.} - \text{b.}}{\text{Cos. 2 B.}} = \frac{90 + \text{Cos. } 18° 23' - 60}{\text{Cos. } 36. 46'.} = 31$ Ruthen nahe; wo a. die äußere Polygon, b. die Streichlinie und B. den kleinen Winkel ausdrückt.

Es läßt sich jedoch die Länge der Façe keinesweges unveränderlich bestimmen; vielmehr hängt dieselbe von dem Terrain ab, das hier nur allein gebietet, und dem zufolge die Façen bald länger, bald kürzer, ja wohl gar von verschiedener Länge gemacht werden müssen. Denn es fällt in die Augen: daß durch das Zunehmen der Polygonseite von 90 bis 130 und mehr Ruthen die Streichlinien zu lang werden, daher man genöthiget ist: die Flanken weiter auf der Kurtine vorzurücken und dadurch die Façe zu vergrößern. In Absicht der Höhe des Walles sehe man Höhe.)

Bei den Tenaillenwerken sind die Façen und die Streichlinie Eins; ihr geringstes Maaß würde dennoch 60 Ruthen seyn, und man sie nöthigen Falles wohl bis auf 100 Ruthen verlängern können; wo der Kartätschenschuß noch wirksam genug ist: den vorspringenden Winkel zu vertheidigen; daß aber blos hierauf Rücksicht zu nehmen ist, wird Artikel Streichlinie gezeiget werden.

Die Façen des Ravelins waren in den ersten Zeiten nur sehr kurz, weil dieses Werk blos zur Sicherheit des Thores vor die Mitte der Kurtine, und zwischen die Flanken der Bollwerke gelegt ward. Späterhin ließ man diese Façen auf die Drillons zulaufen und machte sie 18 bis 20 Ruthen lang. Weil man jedoch auch hierdurch nur eine unzureichende Vertei-

Digitized by Google

digung der Ravelinfaçen erhielt, wurde diese, bei derselben Länge, auf die Schulterpunkte der Bollwerke gezogen. Vauban rückte sie 30 bis 60 Fuß vor dem Schulterpunkt, und gab ihnen $\frac{1}{3}$ der äußern Polygon A B (Fig. 2. Tab. I.) oder im andern Falle $\frac{2}{3}$ derselben zur Länge, wodurch sie den Bollwerksfaçen gleich wurden. Cormontaigne endlich, dessen Befestigungsmanier sich eben durch die weit vorspringenden Raveline unterscheidet, verlängerte sie bis auf 30 Ruthen, wagte es jedoch nicht, diese Vergrößerung noch weiter zu treiben, weil er selbst hiebei vielen Widerspruch fand, und man sich noch nicht an einen so weiten Vorsprung des Ravelins gewöhnen konnte, dem man sogar die Vertheidigungsfähigkeit absprach. Aus seinen Schriften aber siehet man: daß er geneigt war, die Ravelinfaçen bis 35 Ruthen lang zu machen; man darf sich daher auch nicht bedenken, ihnen 40 und selbst 50 Ruthen zu geben, sobald es darauf ankommt: kleine Polygone durch vorgelegte Raveline zu verstärken, und die Bollwerksspitzen weiter zurück zu bringen. (S. Halbe Mond.)

Faschinen (fascines) werden bekanntlich zu Bekleidung der Brustwehren, in andern Fällen sogar zu Aufführung derselben, zu Ausfüllung nasser Terrainstellen ꝛc., von verschiedener Größe und Stärke gebraucht. Sie unterscheiden sich

a. in gewöhnliche Faschinen, von 6 Fuß Länge und 10 Zoll Stärke, wie man sie bei allen Schanzarbeiten, und bei der flüchtigen Sappe verwendet, wo man sie bisweilen nur 4 Fuß lang machet, damit jeder Arbeiter, nebst seinem Schanzzeuge ꝛc., bequem Eine tragen kann.

b. Die Sappenbunde (fagots de sappe) haben nur 3 Fuß, als die gewöhnliche Länge eines Schanzkorbes, hinter deren Zwischenräume sie bei der halben und ganzen Sappe gestellt werden, und 12 bis 16 Zoll Stärke. In der Mitte ist ein 4 Zoll langer und unten zugespitzter Pfahl eingebunden, damit der Arbeiter ihn in die Erde treiben, und dadurch das Sappenbund befestigen kann.

c) Die Würste oder Batteriewürste (saucisson) sind 10, 12, 15 oder 18 Fuß lang, 12 Zoll dick, und aus schwächern Aesten gebunden, damit sie sich an dem Ende der Schartenzeile umbiegen lassen. Man leget zu dem Ende bei dem Batteriebau die aus stärkern Aesten verfertigten, zur Seite, um sie zu Aufführung des Kastens der Batterie bis an die Sohle der Schießscharte, anzuwenden.

d) Die Deckfaschinen kommen aber queer über die Schießscharten zu liegen, und werden deshalb 8 bis 10 Fuß lang, 12 Zoll dick, aus starken Zweigen und Knüppeln gebunden, damit sie sich nicht biegen.

Digitized by Google

e) Eben so sind die Wasserfaschinen aus den stärksten Aesten, von schwerem Laubholz und mit eingelegten Steinen, 6 bis 10 Fuß lang, 10 Zoll stark, verfertiget. Man bedienet sich ihrer zu dem Damm, bei dem Uebergang über einen Wassergraben, zu Ausfüllung der Wassergallen, zu erhöheten Batterien ꝛc.

Die praktische Verfertigung der Faschinen ist theils bekannt genug, theils in dem Wörterbuche der Artillerie genügend beschrieben, daher es überflüssig sein würde, uns mehr damit zu beschäftigen. Auch die Anwendung der Faschinen zur Verkleidung der Brustwehren ist daselbst Artik. Batterieen enthalten und bedarf hier keiner weitern Auseinandersetzung. Bei der Verkleidung sehr hoher Wallgänge oder Bonnets läßt sich noch eine größere Festigkeit erlangen, wenn man die Pfählungen zu dem Anpflöcken 3 Fuß lang macht, und oben 10 Zoll über die Faschinen hervorstehen läßt (Fig. 3. Tab. VIII.) Die zweite Faschinenlage wird nun hinter die emporstehenden Köpfe der unteren Lage geleget, und auf dieselbe Weise angepflöckt; so daß jede Faschine durch ihre eigenen Pfähle, und zugleich durch die herausstehenden Köpfe der unteren Lage gehalten wird.

Faschinenmesser (Serpe) ist zu dem Abhauen der schwachen Zweige, oder dem Ausästen ꝛc. bei dem Faschinenbinden bestimmt, und bestehet aus einer 12 bis 16 Zoll langen, 3 Zoll breiten Klinge (Fig. 2. Tab. VIII.) und einem 5 Zoll langen Hefte. Die Sächsische Artillerie hat anstatt der Seitengewehre, Faschinenmesser, 2 Fuß lang und 3 Zoll breit.

Fausſebray oder niederer Wall ward von den Niederländischen Kriegsbaumeistern bei ihrer Befestigungsmanier angebracht, um dem nassen Graben und der Contrescarpe eine niedrige Vertheidigung zu verschaffen. Sie bestehet demnach aus einer Brustwehr A. mit einem 18 bis 24 Fuß breiten Wallgange, der gewöhnlich die Höhe des Landhorizontes hat, und vor dem hohen oder Hauptwalle liegt. Die Franzosen, die immer von der ältern Italienischen Manier ausgingen, haben in Verfolg derselben auch die Fauſſebray nirgends angebracht; man findet sie blos an der von dem General Merigny 1670. erbauten Citadelle von Tournay, und an der Stadtseite der Citadelle von Arras, die zwar unter Vaubans Leitung, doch wahrscheinlich nicht von ihm selbst erbauet worden ist. Vauban setzte die von Floriani erfundene, ungleich schlechtere Grabenſcheere (s. dies Wort) an ihre Stelle, und glaubte seinen Festungen dadurch eine wesentliche Verbesserung zu geben, weil die Fauſſebray 1) durch die darauf fallenden Bomben, und durch die von dem Hauptwall abgeschossenen Trüm-

Digitized by Google

mern angefüllt, für die Vertheidigung unbrauchbar gemacht wird, auch von den Façen und Flanken von den höher liegenden feindlichen Logementern auf dem Glacis eingesehen und enfilirt ist. 2) Da durch sie die Wallhöhe in 2 Theile geschnitten wird, ist sie der Leitererſteigung günstig und befördert die Desertion. 3) Weil die Stücke der von dem Hauptwall heruntergeschossenen Futtermauer auf ihr liegen bleiben, macht sie die Bresche ersteiglicher. Endlich 4) giebt sie dem stürmenden Feinde Gelegenheit: sich auf ihrem Wallgange auszubreiten und vielleicht an dem Schulterpunkte oder anderswo den Hauptwall zu ersteigen, wenn vielleicht seine Futtermauer schon von dem Felde aus heruntergeschossen worden ist. Allein, diese Nachtheile verschwinden bei einer zweckmäßigen Einrichtung der Faussebray, wenn man 1) ihren Wallgang durch einen Graben C von dem Hauptwalle B. Fig. 94. Tab. VIII. absondert, wodurch man zugleich Gelegenheit bekommt: der Futtermauer des letztern über 20 Fuß Höhe zu geben. 2) Wenn man den Graben F vor der Faussebray tief genug machet, oder ihn mit einer hinreichenden tiefen und 24 Fuß breiten Cünette versiehet. 3) Wenn man den genugsam breiten Wallgang der Faussebray durch eine, auf die Schulter des Bollwerks gelegte Kasematte M. Fig. 51. T. V. und Fig. 5. Tab. VIII. mit Geschütz bestreichet.

Die Faussebray gewähret dagegen die wesentlichen Vortheile: daß man durch sie ein rasirendes kräftiges Feuer gegen die Breschbatterieen und zu Bestreichung der Contrescarpe, so wie derjenigen Theile des Grabens bekommt, die von den hohen Façen und Flanken nur mit Senkschüssen getroffen werden können. Es gehet daraus die Nothwendigkeit hervor: alle diejenigen Festungen mit einer Faussebray zu versehen, deren Hauptwall keine niedrigen, und gegen die feindlichen Wurffeuer völlig gesicherten Geschützstände hat. Nur diese allein können die Faussebray entbehrlich machen, deren Vortheile evident, deren Nachtheile aber theils blos eingebildet, theils leicht hinweg zu schaffen sind. Mehrere deutsche Kriegsbaumeister haben sie daher in ihren Werken empfohlen, und selbst der Franzose Dürange tadelt Vauban deshalb: daß er die Faussebray hinweg gelassen hat, Cöhorns Faussebray würde durch die Absonderungsgraben C. Fig. 94. Tab. VIII. und durch die Bestreichung desselben aus der Kasematte des Drillons M. Fig. 51. Tab. V. und Fig. 93. Tab. VIII. alle Bedingungen einer unter diesen Umständen möglichen Vertheidigung erfüllen; wovon sie anstatt der schmalen Auftritte D. einen hinreichenden breiten Wallgang hätte, um Geschütz aufnehmen zu können. Denn dieses ist zu einer kräftigen Vertheidigung hier durchaus unentbehrlich.

Um die Bestreichung des Wallganges A. der Faussebray und ihres Absonderungsgrabens ohne den kostbaren Bau der

Cohornschen Orillons zu bewirken; haben andere Ingenieure, wie Heer, Sturm, Glaßer, Dürange und Fäsch die Brustwehr am Schulterpunkt gebrochen B. Fig. 95. Tab. VIII. Cormontaigne hat diese Idee zum Abschnitt seines, mit einem Kavalier versehenen Bollwerks benutzt, ohne doch den unentbehrlichen Absonderungsgraben anzubringen.

Landsberg, Cohorn, Dürange, Virgin u. a. haben sich nicht begnügt: den Hauptwall mit einer Faussebray zu versehen; sondern sie haben diese niedere Vertheidigung auch bei Außenwerken für vortheilhaft und nothwendig gehalten. Und in der That findet auch hier alles das seine Anwendung, was oben über den Nutzen der Faussebray in allen denjenigen Fällen gesagt worden, wo sie nicht durch die, bei weitem vortheilhaftern Defensivkasematten ersetzt wird. Wollte man jedoch, nach Böhms Vorschlag (Gründliche Anleitung zur Kriegsbaukunst) beides, die Couvrefacen und den Hauptwall, mit einer Faussebray versehen; würde dadurch die Festung mit Werken überhäuft, und der Aufwand des Baues auf eine, mit dem verlängerten Widerstande in keinem Verhältnisse stehende Weise vermehret werden.

Federn der Spanischen Reiter. S. dies Wort.

Fehler der Festungen sind von zweierlei Gattung; je nachdem sie ihren Grund in der Lage und in der Beschaffenheit des Terrains, oder in der Austheilung und Einrichtung der Werke haben. Zu jenen gehören Anhöhen, die der Festung zu nahe liegen, und deshalb das Einsehen und Beschießen der Werke erlauben. Noch nachtheiliger sind Gründe, die zu einer bequemen Anlegung der Depots und zu naher Eröffnung der Laufgräben Gelegenheit geben. Die in der Einrichtung der Werke liegenden Fehler sind: 1) Die Leichtigkeit, womit sich gewöhnlich die verlängerten Linien des Hauptwalles finden und daraus die Punkte für die Rikoscherbatterien bestimmen lassen. Da es nun fast allezeit auch an Defensivkasematten fehlt, um das auf dem Walle stehende Geschütz gegen die Wirkung der feindlichen Projektion zu sichern; ist dasselbe schon in der Ersten Epoche der Belagerung außer Vertheidigungsstand, und der auf der Contrescarpe angekommene Belagerer kann ohne große Hindernisse seine Contre- und Breschbatterien erbauen, da die Festung Nichts als die Masse ihrer Wälle entgegen zu setzen hat. Der fernere Widerstand der Festung ist von diesem Momente an leicht zu berechnen und kann nur noch so lange dauern: als der Feind Zeit gebrauchet, eine ersteigliche Bresche zu Stande zu bringen. Denn alle Grabenvertheidigung aus den Flanken und alle auf sie gebauete Verhinderung des feindlichen Über-

Digitized by Google

ganges über den Graben ist blos illusorisch, wie aus der Belagerungsgeschichte beinahe aller Festungen leicht zu erweisen ist.

2) Einen breiten und nicht sehr tiefen Hauptgraben, der das Bresche schießen auf den Wall gar sehr erleichtert.

3) Bollwerke, die theils keine wirklichen Hauptabschnitte haben, theils durch einen auf ihnen liegenden Kavalier (nach Cormontaignes System) zu aller kräftigen und dauernden Vertheidigung unfähig gemacht werden.

4) Zu kurze Flanken, die nur 2 oder höchstens 3 Geschütze — wenn auch in verdeckten Ständen — fassen können, und denen daher die Contrebatterie auf dem vorspringenden Winkel des Bollwerkes H. Fig. 34. Tab. IV. allezeit überlegen ist. Oder auch blos einfache hohe Flanken, die keine Gelegenheit geben: den Graben rasirend zu bestreichen; die daher ihrer eigentlichen Bestimmung in keiner Hinsicht entsprechen. Endlich Flanken, die durch große Orillons versteckt, gar keine oder nur eine sehr beschränkte Aussicht nach dem Graben vor dem Bollwerke haben.

5) Eine solche Lage der Außenwerke: daß die Richtung ihrer Gräben überall die Façen und die Schultern der Bollwerke sowohl als die Kurtine zu beschießen verstattet, da doch der Hauptzweck der Außenwerke ist: den Hauptwall völlig und unbedingt dem Gesichte des Feindes zu entziehen.

6) Große Raveline und Contregarden ohne Reduits, die dem Feinde bequeme Gelegenheit darbieten: bequeme Logementer und nachher Breschbatterien gegen den Hauptwall darauf anzulegen, während zugleich die von ihm eingeschloßene Erdmasse die zweckmäßige Bestreichung des Grabens von den Flanken der Bollwerke hindert. Sie sind nachtheiliger: wenn ihr Wallgang und innerer Raum von den hinter ihnen liegenden Werken nicht vollkommen bestrichen und dadurch für den Feind unhaltbar gemacht werden kann.

7) Eine im Verhältniß der Größe der Festung, und der Besatzung, welche sie fassen kann, zu große Anzahl Außenwerke, die, wenn sie gehörig vertheidiget werden sollen, mehr Mittel erfordern, als die Festung darbietet; im entgegengesetzten Falle aber der Vertheidung vielmehr nachtheilig sind.

8) Auf der Contrescarpe liegende Gallerien mit Schießlöchern, die eigentlich zu Vertheidigung des Grabens bestimmt, vielmehr den Uebergang über denselben begünstigen, weil der auf dem Kamme des Glacis angelangte Feind sich ihrer leicht bemächtiget, sie mit Musketiren besetzt und sich ihrer bedienet: die Belagerten aus dem Graben, aus den niedern Flanken, ja selbst von der Bresche zu vertreiben.

9) Ein enger bedeckter Weg, der kein Geschütz aufnehmen kann, und der die Bewegungen und Ausfälle der Besatzung

Digitized by Google

nicht begünstiget; besonders, wenn er in dem eingehenden Winkel keine bedeckten und bombenfesten Reduits hat.

10) Endlich eine zu geringe Höhe des Glacis, daß die Futtermauern der Werke nicht dadurch bedecket und gegen die Wirkung der Feldbatterieen gesichert werden.

Eine zu große Entfernung der Bollwerke ist nur dann als ein wirklicher Fehler anzusehen, wenn sie die wirksame Kartetschenschußweite übersteigt. Denn bei dem jetzt üblichen Gange des Angriffes ist auf die Vertheidigung durch das kleine Gewehr nur sehr geringe Rechnung zu machen. Sie kann wohl dem Feinde einigen Verlust verursachen, nie aber wird sie im Stande seyn, den Fortgang seiner Sappen aufzuhalten.

Da alle diese hier angeführten Fehler einer Festung ihr Widerstandsvermögen schwächen, und sie daher leichter und schneller in des Feindes Hand liefern; muß man sie bei neuen Anlagen zu vermeiden, bei alten Festungen aber durch zweckmäßige Vorkehrungen ihnen möglichst abzuhelfen suchen. S. Städte und Verstärkung.

Felsenschlösser S. Bergfestungen.

Felsenboden ist in sofern bei Festungen vortheilhaft, als er die Führung der Transchee und die Anlegung der Angriffsbatterieen sehr erschweret. Er ist entweder mit einer Lage Dammerde, von nur geringer Dicke, bedeckt, oder lieget ganz blos. In dem Erstern Falle wird die Erde abgeschälet, und zu dem Füllen der Schanzkörbe angewendet, indem man zugleich Arbeiter mit Minenkörben anstellet, um die noch fehlende Erde nach der Brustwehr hin zu reichen. Auf ganz nackenden Felsen bedient man sich am zweckmäßigsten der Sandsäcke (w. n. i.) die ohngefähr 1 Würfelfuß Erde enthalten, und deren Menge sich daher aus der Länge und Stärke der zu erbauenden Brustwehr leicht finden läßt. Der Bau gehet auf diese Weise sehr leicht und schnell von statten, wenn einmal die Sandsäcke an einem bequemen Orte gefüllt und nach dem bestimmten Orte gebracht worden sind. Die Brustwehren der Laufgräben bedürfen hier keiner Verkleidung von Schanzkörben oder Faschinen, weil die Sandsäcke schon von selbst das Einrollen der Erde verhindern. Blos die Backen der Schießscharten auf den Batterieen müssen mit Faschinen verkleidet werden, damit die Sandsäcke nicht verbrennen, wo alsdann nothwendig die Erde herausfallen würde. Jeder Arbeiter füllt in 1 Stunde 30 dergleichen Säcke mit Erde und bindet sie zu. Bei der so berühmten Belagerung von Gibraltar ward daher eine, 12 Fuß hohe, 950 Schritt lange Linie in Einer Nacht mit 1600000 Sandsäcken vollendet, die von Erde und Faschinen, auf die gewöhnliche Weise, wohl in 4 Nächten kaum hätte fertig werden können.

Digitized by Google

Die Verkleidung mit Faschinen geschiehet auf die gewöhnliche Weise, so daß zugleich Eine Lage derselben um die andere, mit in die Sandsäcke getriebenen Pfählen gut vernätert wird.

Wenn der Felsenboden zugleich so uneben ist, daß man keinen Raum zu Aufstellung des Geschützes findet; bedienet man sich 30 Fuß langer Batterierippen, deren vorderen Theil man unter die Brustwehr schiebet, den hintern aber durch untergelegte Holzstücken und Faschinen, oder durch untergesetzte Mauerböcke in eine waagerechte Lage bringt, und so durch aufgelegte Dielen die Bettungen vollendet.

Festungen (places de guerre) sind durch die Natur mehr oder weniger unzugänglich gemachte Orte, die man mit Wällen und Gräben umgiebt, um theils den Zugang des Feindes noch wirksamer zu verhindern, theils die Besatzung gegen die feindlichen Geschosse zu sichern und ihr den Gebrauch ihrer offensiven Vertheidigungsmittel zu erleichtern. Sie sind entweder regelmäßig: wenn sie von einem gleichseitigen und gleichwinklichen Vieleck umschlossen werden; oder irregulair, wenn ihr Umriß der Beschaffenheit des Terrains gemäß, aus ungleichen Seiten und Winkeln bestehet. Da die Festungen besonders Gelegenheit zu einer vortheilhaften Vertheidigung gegen die feindliche Uebermacht geben, scheinen sie auch ganz eigentlich für den Vertheidigungskrieg bestimmt. Hier sichern sie 1.) die Grenzen gegen den feindlichen Einbruch, und verhindern die Streifpartheien: das Land zu verwüsten und Contributionen einzutreiben. 2.) Verhindern sie entweder das Vordringen des Feindes ganz; oder wenn er sie vorbeigehen will, wirken sie auf seine Operationslinie, und zwingen ihn dadurch, sich mit ihrem Angriff aufzuhalten, und der vielleicht unvorbereiteten Armee dadurch Zeit zu lassen, sich in schlagfertigen Stand zu setzen. 3) Bieten sie der letztern Mittel dar: unter ihrem Schutz einem Treffen auszuweichen, oder es mit Vortheil anzunehmen. 4.) In einem unglücklichen Falle dienen sie der Armee zum Zufluchtsorte, um sich von ihrem Verluste zu erholen und ihr Glück von neuem zu versuchen. 5.) Nöthigen sie den Feind: durch ihre Belagerungen Zeit zu verlieren, und sich durch die Besatzungen zu schwächen, die er in den eroberten Festungen lassen muß. Man bekommt dadurch Gelegenheit, sich zu verstärken und den Feind mit gleichem oder mit größerem Vortheil anzugreifen; besonders, wenn er sich vielleicht zertheilet, um einige Belagerungen zugleich zu unternehmen, wo es dann leicht wird, die nur schwache Observationsarmee zu schlagen. 6.) Sind nur allein mehrere starke und zweckmäßig angelegte Festungen im Stande, nach einer verlohrnen Schlacht die Armee und den Staat zu retten, wie der Krieg von 1806 in Schlesien sehr auffallend gezeigt hat. Auch 1813

Digitized by Google

ward es dem Französischen Heere nur dadurch möglich, so lange an der Oberen Elbe zu weilen, daß es die Festungen an derselben besetzt hatte; obgleich die übermäßig starken Besatzungen derselben nachher — als die Alliirten sie unberührt liegen ließen — ihre Bestimmung in keiner Art erfüllten: durch energische Diversionen zum Besten ihrer Armee zu wirken.

Auch bei einem Angriffskriege gewähren die Festungen sehr große und wichtige Vortheile. Sie bilden 1.) hier eine gute und sichere Operationsbasis, indem man in ihnen die zu dem Feldzuge nöthigen Bedürfnisse und Provisionen zusammenbringt und dadurch im Stande ist, sich in des Feindes Lande zu erhalten, weil 2.) die Zufuhren aller Art durch die hinter sich gelassenen Festungen gesichert werden, zu welchem Behuf man sich bei dem Mangel der letztern genöthiget sehen würde, zu detaschiren, und sich dadurch auf eine sehr nachtheilige Weise zu schwächen. Man findet zugleich 3.) durch die Festungen Mittel, den Verlust einer — vielleicht von dem Feinde genommenen — Convoi augenblicklich zu ersetzen, und sich dadurch auf dem Punkte behaupten zu können, bis zu dem man vorgedrungen ist. Nur die Nothwendigkeit: sich durch ein völlig offnes Land, ohne alle Stützpunkte, zurückzuziehen, führte den gänzlichen Untergang des Französischen Heeres in Rußland herbei. Ein Fall, der sich auch schon früher in der Kriegsgeschichte öfter findet. 4.) Wie bei der Defensive findet man auch hier, nach einer verlohrnen Schlacht Zuflucht und Sicherheit, und zugleich den Ersatz der verlohrnen Munition, des Geschützes ꝛc. Man ist dadurch im Stande, wieder vorwärts zu gehen und den Feind vielleicht mit mehr Vortheil von neuem anzugreifen. 5.) Sind die Grenzfestungen groß und stark besetzt; kann man schnell und unerwartet aus ihren Besatzungen ein Korps zusammenziehen, um den nicht darauf vorbereiteten Feind zu überraschen und in die für ihn nachtheilige Defensive zu werfen. 6.) Während die Armee selbst gerade vordringt, decken die seitwärts liegenden Festungen ihre Operationslinie, und geben Gelegenheit, durch ausgeschickte Partheien die feindlichen Gegenden zu beunruhigen; Brandschatzungen zu erheben und dem Feinde allen möglichen Abbruch zu thun. Erlauben es die Umstände oder vielleicht die Beschaffenheit des feindlichen Landes nicht, die Winterquartiere in demselben zu nehmen; so gewähren 7.) die Gränzfestungen der Armee eine sichere Winterruhe. Unter ihrem Schutz werden neue Vorräthe zusammengebracht, und man kann alles mit Bequemlichkeit vorbereiten, um den folgenden Feldzug früh und mit Erfolg zu beginnen. Ist man aber so glücklich, eine oder mehr feindliche Festungen zu erobern; findet man 8.) in seinen nächsten Festungen die zu ihrer Besatzung nöthigen Truppen, und errichtet nun in ihnen seine Magazine und Niederlagen, um immer auf der

Digitized by Google

kürzesten Operationslinie mit seiner ganzen Macht vorgehen zu können. Hieraus folgt dann aber auch die Nothwendigkeit: seine eigenen Festungen sowohl in Hinsicht ihrer äußern Einrichtung, als ihrer Ausrüstung, in einen solchen Stand zu setzen, daß sie eines nachdrücklichen und dauernden Widerstandes fähig sind. Die Vortheile, welche ihre Eroberung dem Feinde gewähret, sind zu wichtig, als daß ihre Erhaltung nicht ein Gegenstand des höchsten Bestrebens seyn sollte. Schwache, zu keiner langen Vertheidigung geschickte Festungen haben den doppelten Nachtheil: ihrer Bestimmung nicht zu entsprechen, und dann ihre Besatzung, so wie alle in ihnen vorhandenen Kriegsbedürfnisse in des Feindes Hand zu liefern.

Finden sich nun in dem Lande, in welches man eingedrungen ist, keine wirklichen Festungen; muß man sich noch während des Feldzuges selbst einige schaffen, indem man die dazu geschickten Terrainpunkte mit starken Feldwerken befestiget. (S. Städte, befestigte). Der dritte Schlesische Krieg bietet uns eine Menge solcher provisorischen Festungen als Beispiele dar, und in dem letzten Kriege leistete Dresden — obgleich mit bloßen Feldwerken befestigt — einen mehrmonatlichen Widerstand. Man sehe übrigens auch die Artik. Befestigungen; Eigenschaften; Größe und Lage.

Festungsbatterieen sind entweder offen oder bedeckt. Die erstern zerfallen wieder in gewöhnliche, und in sogenannte Bankbatterieen oder Barbetten, wo das auf einem erhöheten Aufwurf, auf einer eigens dazu eingerichteten Bettung oder auf einer hohen Wallaffete liegende Geschütz ohne Schießscharten über die Brustwehr hinweg feuert. (S. Bank.) Um jedoch die zu dem Laden des Geschützes angestellten Artilleristen einigermaßen zu sichern, werden für die, auf Wallaffeten (Man sehe dies Wort im Allgem. Wörterb. der Artillerie) liegende Kanonen 12 bis 18 Zoll tiefe Schießscharten eingeschnitten und die Backen derselben mit 1 oder 2 aufeinander liegenden Faschinen verkleidet. Diese Schießscharten sind inwendig 20 Zoll, äußerlich 7 bis 9 Fuß breit. Ihre Tiefe ist nicht unveränderlich zu bestimmen, sondern hängt allein von der Höhe der Räder und der Einrichtung der Wallaffete ab. Der Bettungen der Geschütze ist schon oben unter dem zugehörenden Artikel erwähnet worden. Anstatt der steinernen oder der leicht vergänglichen hölzernen Bettungen kann man auch den Erdboden um Etwas erhöhen und mit einer Mischung von Lehm oder Thon, kleinem Kies, oder zerstoßenen Mauersteinen und Hammerschlag (Glühspahn) bedecken, die kein Wasser aufnimmt, und einen sehr hohen Grad von Festigkeit bekommt, auch sich leicht auf ihre Oberfläche völlig horizontal ebnen läßt.

Digitized by Google

Die bedeckten Batterieen liegen in den Kasematten (w. u. i.) und ihre Schießlöcher sind durch die Frontmauer derselben gebrochen. Hier sowohl, als bei der Anwendung der Wallaffeten, ist die Entfernung der Geschütze 12 Fuß; bei tief eingeschnittenen Schießscharten hingegen würden die Merlons zu schwach werden, wenn man die Kanonen näher als 16 bis 18 Fuß aneinander stellte. (S. Schießscharten.) Man kann die bedeckten Batterieen bei dem Mangel der Kasematten auch aus Holz erbauen, Fig. 96. Tab. VIII., so daß man die aus starken Balken bestehende Decke A. mit Erde überschüttet B. Die Schießscharten werden ebenfalls mit Bohlen ausgesetzt, und vorne, durch angeschüttete Erde C. gegen die feindliche Kugeln geschützt. Die Entfernung der Ständer hängt von der Stärke der Deckbalken ab, so daß auf jeden Zoll der letztern 1 Fuß der erstern gerechnet wird. Es ist hier keineswegs nachtheilig, sondern vielmehr vortheilhaft: wenn die Deckbalken durch den Abstand der Träger noch einige Elastizität behalten, weil sie gerade dadurch der Fallkraft der Bomben um so besser widerstehen. Fig. 97. stellt eine andere Gattung bedeckter Batterie vor, mit einer gut zusammengefügten Brustwehr von Eichenholz, die bei 6 Fuß Stärke jeder feindlichen Stückkugel widerstehet. Eine solche hölzerne Blendung würde man mit Vortheil zu Verstärkung der Frontmauern der Kasematten verwenden können, wenn man sie für zu schwach gegen die Gewalt der Stückkugeln hält. Man könnte sich zwar der Faschinen ebenfalls zu diesem Behuf bedienen; allein, sie sind der Gefahr des Anzündens zu sehr ausgesetzt, sobald der Feind mit Granaten gegen sie schießt.

In der Belagerung von Gibraltar schützten sich die Engländer gegen die Rikoschet- und Senkschüsse der Spanier durch das von alten Schiffen genommene Krummholz, welches sie gegen die Brustwehr lehnten und oben mit Faschinen und Erde bedeckten. Fig. 98. Tab. VIII.

Es fällt in die Augen, daß die eben beschriebenen bedeckten Batterieen viel Holz und Arbeit erfordern. Man muß deshalb das dazu nöthige Holzwerk völlig zugehauen und numerirt in Magazinen aufbewahren, wo es alsdann nur einiger Stunden Arbeit bedarf, sie auf der angegriffenen Fronte nach der schon im voraus bezeichneten Direction aufzustellen. Bestehet die Brustwehr ebenfalls aus Holz, kann man den ganzen Geschützstand in die Erdbrustwehr des Walles einschneiden, so daß der zu beiden Seiten des Geschützes stehen bleibende Theil derselben zugleich als Traverse dient, und die Laffeten gegen die Rikoschetkugeln schützt.

Wir können hier der kleinen Magazine für den täglichen Gebrauch der Batterieen nicht unerwähnt lassen, weil sie gewöhnlich von den Kriegsbaumeistern bei der Darstellung ihrer neuen

Systeme gar nicht berücksichtiget werden, obgleich es keinesweges gleichgültig ist, wo man auf dem Walle die Munition für 6 oder 8 Zwölfpfünder unterbringt? Theils fehlet es auf dem Wallgange hinter dem Geschütz an Raume; theils ist es nothwendig: an einem, dem feindlichen Wurffeuer so sehr ausgesetzten Orte, 1000 und mehr Pfund Pulver gegen die Wirkung desselben zu sichern. Hat der Wallgang hinten keine Mauerverkleidung, können die Magazine, nach Art der Minengallerien, in seine hintere Böschung eingegraben werden, 24 Fuß lang, 6 bis 10 Fuß breit, und 6 Fuß hoch. Ein solches Magazin fasset 16 Pulverfässer von 100 Pfunden in 2 Lagen übereinander, und wird von 2 Minirern und 6 Handlangern in 36 Stunden erbauet. Es sind dazu nöthig 300 Fuß Balkenholz zu Ständern und Rähmen zu 6 Zoll ins Gevierte, und 58 Fuß zweizollige Dielen zu 12 Zoll Breite, 6 Schock Brennagel. Der Eingang des Magazins wird zugleich mit 12 Zoll starken Hölzern verblendet, um ihn gegen die springenden Bomben zu sichern.

Solcher Magazine kommen auf jedes angegriffene Polygon 12, nemlich

8 auf den Hauptwall { 2 in die Facen, 2 in die Flanken, 2 in die Flanken der Nebenbastione, 2 auf die Curtine,

4 in die Aussenwerke.

Kleiner sind die für den Bedeckten Weg bestimmten Magazine, gewöhnlich nur für 1 oder 2 Geschütze bestimmt, daher sie nicht über 100 Schuß halten dürfen. Man gräbt sie in das Glacis der vorspringenden Waffenplätze, $4\frac{1}{2}$ Fuß hoch, ein, daß sie noch 5 Fuß Erde über sich behalten. Bei der Französischen Artillerie sind besondere Munitionskasten zu diesem Behuf eingeführet: 6 Fuß lang, 3 Fuß breit und $2\frac{1}{2}$ Fuß hoch, und auf dem Deckel mit starkem Eisenblech beschlagen. Sie lassen sich zwar leicht von einem Orte nach dem andern bringen, haben aber den Nachtheil: daß sie der Gefahr der Entzündung durch die darauf fallenden Granaten unterworfen sind.

In vollen Bollwerken, wo sich nicht dieselbe Bequemlichkeit zu Anlegung der Magazine findet, muß man diese in den Graben des Hauptabschnittes A B Fig. 5. Tab. I. legen, der ohnedem unmittelbar nach Erdffnung der Transchee angefangen werden muß. Aller dieser Arbeit ist man jedoch überhoben, sobald die Festung Kasematten hat, welche immer die beste und sicherste Gelegenheit zu Unterbringung der Munition darbieten.

Festungsgeschütz. Siehe Ausrüstung und Geschütz.

Feuer des Geschützes. S. dies Wort.

Digitized by Google

Feuer des kleinen Gewehrs. S. dies Wort.

Feuerlinie (ligne de feu) wird durch die Krone der Brustwehr bestimmt, und daher durch die innere Böschung derselben gebildet. Sie muß nach den allgemeinen Grundsätzen der Befestigungskunst allezeit mit der zu bestreichenden Linie einen rechten Winkel machen, wenn sie das Maximum ihrer Wirkung erreichen soll. Denn man kann annehmen: daß der hinter der Brustwehr stehende Infanterist nur immer gerade vor sich hin schießt.

Feuerpfannen. S. Wallampen.

Fladderminen (fougasses) werden diejenigen Minen genannt, deren Linie des geringsten Widerstandes unter 10 Fuß ist, und die zwar von den mehresten Schriftstellern zu Vertheidigung der Feldschanzen empfohlen, nur äußerst selten aber wirklich ausgeführet werden. Wenn man sie bei einer, mit Gegenminen versehenen Festung unter das Glacis leget, um die feindlichen Laufgräben und Sappen in die Luft zu sprengen; gehet man mit dem Rameau verhältnißmäßig aufwärts, so daß die Kammer nicht sehr tief unter der Erdfläche liegt. Die Ladung bestehet in gemeiner Erde — 12 Pfund Pulver auf Eine Kubikklafter von 216 Fuß gerechnet — nach Verhältniß der kürzesten Widerstandslinie von:

6	Fuß, in	22	Pfund.
7	— —	35	—
8	— —	52	—
9	— —	74	—
10	— —	102	—

Die Ladung wird in einen von Brettern zusammengeschlagenen Pulverkasten geschüttet, und zu seiner Zeit vermittelst einer Zündwurst gezündet, w. n. i. Bei der Vertheidigung des Glacis bieten diese flach liegenden Fladderminen manche Vortheile dar, weil sie keine tiefen Trichter bilden, die dem Belagerer bei seinen Arbeiten Schutz gewähren könnten. Sie zerstöhren vielmehr den Rand der Trichter, welche die Angriffsminen gebildet haben, so daß der Belagerte hinein schießen und die Besatzung daraus vertreiben kann.

Um eine solche Fladdermine anzulegen, teufet man an der dazu bestimmten Stelle einen Brunnen ab, den man durch von 4 zu 4, oder bei lockerer Erde, von 2 zu 2 Fuß eingesetzte Dielen Fig. 13. Tab. I. gegen das Einstürzen sichert. Auf dem Grunde dieses 4 Fuß weiten Brunnens bcde Fig. 99. Tab. VIII. wird eine Kammer für den Pulverkasten (S. dies Wort.) ausgegraben, der die Ladung der Mine aufzunehmen bestimmt

Digitized by Google

ist, und dessen Größe daher von der erforderlichen Pulvermenge abhängt. Der Kasten wird — nachdem die Leitrinne mit der Zündwurst daran befestiget worden, bis — vermittelst angestemmter Holzstücken abgesteifet, und der Brunnen wieder zugeschüttet. Die Leitrinne wird nach Verschiedenheit des Ortes bis an die innere Böschung des Glacis, oder auch bis in den Graben geführet, und daselbst die Zündwurst vermittelst eines eingebundenen Schlagröhrchens oder eines angebohrten Granatbränders gezündet. Da hier der Pulverkasten mit der Ladung immer eine bald längere, bald kürzere Zeit in der Erde eingegraben bleibet; muß man die Ladung möglichst gegen den Zutritt der Feuchtigkeit zu verwahren suchen, zu dem Ende den Kasten wasserdicht machen und sowohl ihn als die Leitrinne mit warmen Pech kalfatern. In feuchtem Boden würde es sogar nothwendig seyn: den Kasten doppelt zu machen und den Zwischenraum zwischen dem inneren und äußern Kasten mit Kohlenstaub auszufüttern.

Die Fladderminen werden häufig zu Verstärkung der Feldverschanzungen empfohlen, wegen der damit verbundenen vielen Arbeit und verhältnißmäßig nur geringen Wirkung aber nur äußerst selten angewendet. Es ist jedoch erwiesen: daß Nichts einen so lebhaften Eindruck auf das Gemüth der angreifenden Truppen macht, als das Bewußtseyn: bei einem Sturm Minen vor sich zu finden. Man sollte deshalb nie unterlassen: sie bei Vertheidigung des bedeckten Weges und der vorliegenden Werke solcher Festungen zu gebrauchen, die mit keinen eigentlichen Gegenminen versehen sind. Die Erfahrung hat bei mehreren Belagerungen hinreichend gezeiget: daß durch dieses Mittel der Widerstand der Festung ansehnlich verlängert wird. Belidor giebt unter dem Namen der Chaine infernale eine Verbindung der Fladderminen auf der Kapitale des angegriffenen Werkes an, durch die der Feind allerdings gar sehr in seinen Fortschritten aufgehalten werden muß. Fig. 101. Tab. IX. Diese Minenkammern nehmen eine Breite von 144 Fuß zu beiden Seiten der Kapitale ein und bilden 4 Reihen CD, EF, GH, IK, wo sie von 42 zu 42 Fuß hinter einander liegen 1, 2, 3 ꝛc. Sie haben durchgehends 10 Fuß zur kürzesten Widerstandslinie und bekommen 100 Pfund Ladung. Die Leitrinnen werden aus der Kammer 4 Fuß hoch herauf, und alsdann vermittelst eines 6 Fuß tiefen Grabens (damit die zufällig auf diesen Ort fallenden Bomben sie nicht beschädigen können) 1 Fuß aus einander liegend, von B auf A zurückgeführet und hier im bedeckten Wege mit Nummern bezeichnet, so daß immer die zusammen gehörigen 4 Kammern für sich allein gezündet werden können. Jede Leitrinne muß sich zu dem Ende in einem, wohl verschlossenen, Kasten endigen, durch den sie gegen das Eindringen des Wassers

Digitized by Google

sowohl als gegen jede zufällige Entzündung gesichert sind. Um Verwirrung zu vermeiden, und den Verbindungsgraben A B hinten nicht zu breit machen zu dürfen, werden die Feuerleitungen für die 5 letzten Reihen 10, 11, 12, 13 und 14 außerhalb der Linien C D und I K geführet. Zu dieser ganzen Mineneinrichtung auf den 3 Kapitalen der angegriffenen Fronte werden 16800 Pfund Pulver erfordert. Die Schächte sowohl als die Verbindungsgraben werden mit festgestampfter Erde angefüllet, und der ganze Raum wird mit dem Pfluge überfurchet, um bei dem Feinde jede Vermuthung dieser Einrichtung zu vernichten. Man zündet endlich die Minen nicht eher, bis der Belagerer seine Sappe 30 bis 40 Schritt über sie hin geführet und völlig vollendet hat. Läßt man sie jetzt spielen, müssen sie nothwendig den Feind schüchtern machen und ihn nöthigen: ebenfalls den Minirer anzusetzen, wodurch neuer Aufenthalt entstehet und die Dauer der Belagerung verlängert wird.

Außer diesen, auf den Kapitalen vor die Croissants (S. d. W.) gelegten Fladderminen, versiehet Belidor auch das Glacis mit einer ähnlichen Einrichtung, um die feindlichen Logementer und Batterien zu zerstöhren. Die Erste Reihe Kammern wird durch Schächte 18 Fuß vor den Palliſaden, 12 Fuß von einander, mit 5 Fuß kürzester Widerstandslinie abgesenket, und bekommt 30 Pfund Pulverladung. Die Zweite Reihe liegt 48 Fuß von den Palliſaden, 24 Fuß von einander, 10 Fuß tief, und hat 300 Pfund Ladung. Die Dritte Reihe endlich ist 60 Fuß von den Palliſaden entfernt, 48 Fuß auseinander, und mit 600 Pfund Pulver geladen. Man kann auch wohl eine einfachere Lage der Fladderminen A A, B B, C C, D E wählen, Fig. 100. Tab. VIII., durch die nur allein der Raum von dem Kamme des Glacis bis zu der auf der Kapitale liegenden Fleſche aufgesprengt werden kann. Die Brustwehren der vorliegenden Werke durch Minen zu zerstöhren, um sie dem Feinde nicht zur Deckung dienen zu lassen, wird jedoch nur selten einen wirklichen Vortheil gewähren, weil ja immer der Graben dieser Schanzen zurückbleibet und dem Feinde ein bequemes Logement gewähret.

Da diese Fladderminen im Voraus angeleget, und daher oft eine Zeitlang geladen bleiben müssen; darf man keine Rücksicht vernachlässigen, um die Ladung sowohl als die Zündwurst gegen die in der Erde befindliche Feuchtigkeit zu verwahren. Man kann zu dem Ende die Zündwurst äußerlich mit warmen Pech überstreichen, und die Leitrinnen sowohl als den Pulverkasten ebenfalls mit Pech überziehen, auch bei feuchtem Boden den Kasten auf ein Lager von hohlliegenden Steinen setzen, damit sich kein Wasser um ihn in der Erde sammlet. Bei den von Belidor deshalb zu Bissy angestellten Versuchen blieb ein, 10 Fuß tief eingegrabener Pulverkasten mit 100 Pfund Pulver, dessen Leitrinnen

rinnen ebenfalls 6 Fuß tief, lag vom Januar bis zum Juny in der Erde, ohne die geringste Veränderung in seiner Wirkung zu zeigen. Die Mine fing augenblicklich Feuer, und warf einen Trichter von 21 Fuß Durchmesser aus. Eine zweite Mine, die noch 4 Wochen länger gelegen hatte, that dieselbe gute Wirkung. Hieraus folgt: daß man eine solche Mine-Einrichtung anordnen und zu halben oder ganzen Jahren in der Erde lassen kann, ohne daß man fürchten darf: die Wirkung des Pulvers durch die Feuchtigkeit des Erdbodens vernichtet zu sehen.

Belidor schlägt die Kosten der von ihm angegebenen Vertheidigung durch Fladderminen für Holz zu Pulverkasten und Leitrinnen, an Leinwand zu Zündwürsten, Pech, Arbeitslohn ꝛc. auf 12000 Thaler an; an Pulver fordert er

22800	Pfund	auf die drei Kapitalen, und vor den Croissants, jede zu 76 Minen mit 100 Pfund geladen.
6600	—	die Erste Reihe von 220 Minenkammern unter dem Glacis, zu 30 Pfund Ladung.
36000	—	die zweite Reihe von 120 Kammern, zu 300 Pfund Ladung.
40800	—	die dritte Reihe von 68 Kammern, mit 600 Pfund Pulverladung.
9600	—	im bedeckten Wege 96 Minen, zu 100 Pfund.
1440	—	vor den Futtermauern des Ravelins und der Bollwerke, 24 Fladderminen zu 60 Pfund.
3360	—	eine zweite Reihe, von 24 Minen zu 140 Pfund.
3840	—	in den Ravelinen und in den Bollwerken, 96 Minen zu 40 Pfund.
15360	—	eben daselbst 96 tiefer liegende Kammern, mit 160 Pfund geladen.
7400	—	unter der Brustwehr der Curtine eine Gallerie von 24 Toisen, und unter der Brustwehr der beiden Bollwerke, zwei ähnliche Gallerieen, jede von 100 Toisen, von 3 zu 3 Toisen mit 100 Pfund Pulver geladen.
18030	—	zu 14424 Toisen Zündwurst von 9 Linien Durchmesser, auf jede laufende Toise $\frac{5}{4}$ Pfund Pulver.

165230 Pfund.

Allerdings eine sehr bedeutende Menge, die der Ingenieur in einer Festung wohl nur selten zu seiner freien Anwendung bekommen wird. Man siehet jedoch leicht: daß auch bei Beschränkung dieser Menge bis auf die Hälfte immer viel damit zu Vertheidigung der Festung gethan werden kann, um die Epoche der Eroberung der Contrescarpe so weit als möglich zu entfernen.

Flanke (flanc) oder Streichwehre war in der früheren Epoche des Festungskrieges unentbehrlich: um den Graben und die Kurtine zu bestreichen, weil kein bedeckter Weg und keine Außenwerke die Beschießung ihrer langen Linien und den Sturm auf sie verhinderten. Mit den aus den ehemaligen Thürmen hervorgegangenen Bollwerken ward auch diese Linie, die einen integrirenden Theil derselben ausmacht, beibehalten, obgleich ihr Nutzen großentheils bloß illusorisch ist; besonders, wenn sie die unbedeutende Länge der jetzt üblichen Befestigungsweise hat, und daher der Contrebatterie nur 2 oder höchstens 3 Kanonen entgegensetzen kann. Aus diesem Grunde haben mehrere ältere Kriegsbaumeister, lange Flanken den kürzeren vorgezogen, auch sie wohl doppelt, und selbst dreifach gemacht, (sogar Cöhorn Fig. 2. Tab. 1. Vöndel, Herbort, Virgin und Neubauer) der sogar fünf Flanken hintereinander legt, um den Contrebatterieen ein überlegenes Feuer entgegen zu setzen, und sich die Wirksamkeit der Flanken für den letzten Zeitpunkt der Belagerung zu erhalten. Allein, einmal nimmt mit der Länge der Flanken auch die Gefahr zu: von den feindlichen Feldbatterieen enfiliret und zerstöret zu werden; dann wird Zweitens, selbst die längste Flanke — wenn sie auch noch völlig in gutem Stande ist — den Uebergang des Feindes über den Graben nicht zu verhindern vermögen. Aeltere und neuere Erfahrungen haben nämlich evident erwiesen: daß jedes Flankenfeuer zwar stehenden Truppen sehr nachtheilig wird; daß es aber nie verwehren kann, seine Schußlinie in die Queere zu durchlaufen. Jeder Bau, oft sehr kostbarer, Flanken ist demnach als völlig unnütz zu betrachten; und man sollte sich immer darauf beschränken: hinter einer niedrigen Flanke mit glacisförmiger Brustwehr, Eine oder zwei Kanonen — gegen die feindlichen Contrebatterieen verborgen — aufzubewahren, um damit die queer über den Graben führende Sappe oder den Faschinendamm zu zerstören und seine Vollendung möglichst zu erschweren.

Bloß zu Bestreichung der Kurtine bestimmt, so lange der Feind seinen Angriff immer gegen sie richtete, standen auch die Flanken auf ihr senkrecht, bis Pagan zuerst ihnen eine andere Richtung gab, und sie senkrecht auf die Streichlinie setzte, welche Meinung bei den Ingenieurs bald allgemeinen Beifall fand. Gerhards von Herzogenbusch Vorschlag: die Flanken ab einwärts senkrecht auf die Façen zu ziehen Fig. 102. Tab. IX. ist aus in die Augen fallenden Gründen von den übrigen Ingenieurs weder gebilliget noch nachgeahmet worden. Vauban, den seine stete Beschäftigungen im Kriege und mit dem Bau neuer, oder der Verbesserung schon vorhandener Festungen keine Zeit zu theoretischen Speculationen ließ, scheint alles der leichteren Construction aufgeopfert zu haben,

Digitized by Google

denn er machte den Perpendikul L M im Viertel = $\frac{1}{4}$
im Fünftel = $\frac{1}{5}$
in allen größern Polygonen = $\frac{1}{6}$
der äußern Seite, die Façen = $\frac{2}{7}$ derselben, und bestimmte nun die Flanke aus der Vollwerksspitze mit Einer Oeffnung des Zirkels DG und no. Die Flanke DG Fig. 2. Tab. 1. macht hier einen Winkel von ohngefähr 100° mit der Kurtine, sie halten auf diese Weise das Mittel zwischen einer bloß bestreichenden und einer völlig einbohrenden Vertheidigung der Façe. Noizet de St. Paul hält diese Lage der Flanken für die vorzüglichert unter allen übrigen; Bousmard aber bemerkt mit Recht: daß mit dem Geschütz nie ohne genaue Richtung gefeuert werden sollte, und daß daher eine Etwas mehr oder weniger schräge Richtung der Flanke durchaus keinen Einfluß auf die Bestreichung des Grabens vor der Façe haben könne. Eine, auf der Streichlinie senkrechte Stellung der Flanken gewähret noch besonders den Vortheil: daß hier der immer geradeausschießende Infanterist das feindliche Logement auf dem Glacis des Nebenbastions vor sich findet, und nicht Gefahr läuft: über die gegenüber stehende Flanke oder die anstoßende Façe hinein zu schießen, wie bei Vaubans geraden und konkaven Flanken. Diese gewähren auch nur eine mangelhafte Grabenvertheidigung, weil der größere Theil von ihnen gegen die Flanke und Façe des Nebenbollwerkes einbohrend ist, anstatt den Graben von letzterem rein zu bestreichen. In der letzten Epoche der Belagerung, wo bei der jetzt bestehenden Einrichtung der Festungen die Vertheidigung, leider! sich fast allein auf das kleine Gewehr beschränkt, wird sie auf Nichts herabgesetzt. Und wenn man einen so großen und auffallenden Nachtheil bisher noch immer unbeachtet gelassen hat, kommt es wohl daher: daß die Besatzung gewöhnlich in dem Momente zu unterhandeln anfängt, wo die Flanken, durch die Contrebatterie wehrlos geschossen, den Uebergang über den Graben und das Logement auf der Bresche nicht mehr erschweren können.

Die Bestimmung der Größe der Flanken vermittelst der Formel F = (b. F.) tang. B., wo b die Streichlinie, B den kleinen Winkel und F die Façe ausdrückt, ist schon oben (Artik. Vollwerk) erwähnet worden und giebt (120 — 60) tang. 18°26 = 1.7781513 + 9.5228379 = 11.3009892 oder 20. nahe, wovon aber durch das Vorrücken der Brustwehr der Kurtine nur 18 Toisen übrig bleiben, so ist auch Bousmards Vorschlag zu einer neuen Construction der Vollwerksfaçen und Flanken daselbst beschrieben worden, daher wir uns nicht weiter dabei aufhalten dürfen. Alle diese Flanken sind einfach, mit Ausnahme Bousmards, den seine Grabenscheere eine Verdoppelung der Flanken verschaft, um die Contrescarpe mit einer horizonta-

len Batterie von 4 Kanonen zu beschießen. Schon Pagan hielt dies für vortheilhaft, und versahe deshalb seine Vollwerke mit dreifachen, hinter ein Vollwerksohr C. (S. d. W.) zurückgezogenen Flanken, wo Dg Fig. 103. Tab. IX. 126 Fuß ist. Die Oeffnung der Flanke DC hält 72 Fuß, die hohe Flanke fg 90. Die Brustwehre der Flanken endlich sind 18 und die Wallgänge 30 Fuß. Von den auf diesen 3 Flanken stehenden 15 Kanonen bestreichen 12 den Graben vor der Nebenface, die übrigen 3 aber sehen bloß auf die Kurtine, weil sie hinter dem Orillon versteckt sind.

Cohorn legt seine Flanken auf eine ähnliche Weise doppelt über einander, daß die untere O und P, deren Wallgang nur 10 Fuß breit ist, durch die Oeffnung der Ravelinkehle von 37½ Toisen bestimmt wird, durch einen trocknen Graben von 15 Toisen von der hohen Flanke Rx getrennt, und durch den Orillon xmC verdeckt ist. Die dritte Flanke, zu Bestreichung des Grabens vor der Face mit kleinem Gewehr, wird durch die Grabenscheere gebildet. Alle drei Flanken sind gegen die Wirkung der Contrebatterie völlig durch die Contregarde N. (Fig. 2. Tab. I.) geschützt, und können — weil diese gar keine Gelegenheit zur Anlegung einer Batterie darbietet — nur durch die Rikoschetbatterieen und Bomben vertheidigungslos gemacht werden. Der Zerstörung durch die letzteren sind sie jedoch um so mehr ausgesetzt, als der ziemlich enge Raum zwischen den hohen und niedern Flanken sowohl, als in den Bastionen die herum fliegenden Stücken desto gefährlicher macht.

Es scheint zwar deshalb nur allein die gewölbte Flanke zulässig zu seyn, die gegen alle feindliche Projektilen der Contrebatterie mit noch ungeschwächter Kraft wirkte. Wirklich hat man sie bis zum Niederländischen Kriege fast bei allen Festungen angebracht, und selbst Vauban sahe ihren Nutzen ein, wie seine gemauerten Vollwerksthürme, und seine kleinen Flanken unter der Kurtine beweisen. Noch einen größeren Werth legten die deutschen Ingenieure auf diese bedeckten Flanken, die man daher an den meisten, in der neueren Zeit von ihnen erbaueten Festungen findet, obgleich Cormontaigne und die neueren Französischen Ingenieure sie verwerfen und ihnen eine Menge Fehler vorwerfen.

Sie sollen nemlich 1) wegen ihrer niedrigen Lage die Contrebatterie nicht mit Wirkung beschießen können, da doch gerade das Gegentheil statt findet, weil ihr Schuß das Glacis unten umfaßt, und so leichter abkämmt AB Fig. 104. Tab. IX. Daß man dem Gange des bedeckten Weges eine dieser Absicht entsprechende Abdachung rückwärts CD geben muß, ist von sich selbst klar. 2) Sollen sie nach St. Paul um so leichter zu zerstören seyn, als ihre Futtermauer hinten ohne Anlehnung

ist (?) und wenn sie einstürzt, die Widerlagen der Gewölber entblößt, so daß diese ebenfalls leicht niedergeschossen werden können, und das Herabrollen der darauf liegenden hohen Flanke verursachet. Allein, aus hydrostatischen Gründen ist bekannt: daß eben die hinter den gewöhnlichen Futtermauern liegende Erde dazu beiträgt, ihren schnellern Einsturz zu befördern, weil ihr Gewicht von F nach H drückt, Fig. 44. Tab. V. und die Mauer umwirft, sobald ihr Zusammenhang durch das Bresche-schiessen aufgehoben wird. Hier aber ruhet der hohe Wall auf dem Gewölbe der Kasematte, und nicht auf der Futtermauer; das Einstürzen derselben kann daher auch unmöglich den Ersteren mit sich herunter reißen. Dies wird höchstens mit einem Theile der Brustwehre p R Fig. 104. geschehen, den man hinten leicht wieder anschütten kann, wie G K Fig. 44. Sollte aber auch bei fortgesetztem Beschießen der Flanke ein Theil der Widerlagen mit dem darauf liegenden Walle nachrollen, wie FH; wird doch dadurch die Flanke keinesweges unbrauchbar, sondern man darf bloß das Geschütz zurückziehen, und vorn durch eine Brustwehr von Schanzkörben und Erde M. decken. Der 3) von dem, in diesen kasemattirten Flanken entstehenden Pulverdampf hergenommene Einwurf endlich ist grundlos, und schon durch neuere, in Frankreich selbst angestellte Versuche widerleget. (S. Defensivkasematten.) Nicht ganz ungegründet ist jedoch: 4) daß die Baukosten durch diesen Hohlbau bedeutend vermehret werden, und daß dieser Aufwand mit dem Vortheil, welchen 2 oder 3 in der Flanke stehende Kanonen gewähren, durchaus in keinem Verhältniß stehet. Es ist daher unter allen Umständen vortheilhafter: die Façen der Bollwerke mit kasemattirten Batterieen zu versehen, die Flanken aber zu mehrerer Ersparniß bloß doppelt von Erde aufzuführen; obgleich sie keinesweges besser sind (très superieures) als die bedeckten Flanken, wie St. Paul wohl mehr aus Partheisucht, als aus Gründen, behauptet.

Einer besseren Ueberzeugung zufolge haben die Urheber des Tenaillensystemes fast allgemein bedeckte Flanken in den eingehenden Winkel ihres Umrisses angebracht, die hier — wo Flanke und Façe zusammenfallen, ein weit überlegenes Feuer gegen die feindlichen Batterieen auf dem Glacis gewähren. (S. Kasematten.) Montalemberts Flanke des Hauptwerkes bestreicht den Graben auf jeder Seite mit 27 Kanonen A Fig. 105. Tab. IX. in 3 Lagen; die Flanke der Enveloppe B so wie die, der Brille im eingehenden Winkel des bedeckten Weges C bestreicht jede ihren Graben, mit 12 Kanonen, von 2 übereinander liegenden Batterieen. (Man sehe Fig. 60. Tab. V.) Virgin legt verdeckte Batterieen unter seine hohen Flanken, wie auch schon Herbort und Fallois vorge-

schlagen haben; von Reiche ziehet seine Flanke um die Breite des Wallganges zurück, und versiehet sie ebenfalls mit verdeckten Geschützständen ABC, die durch die Contregarde gegen die Wirkung der feindlichen Contrebatterieen gesichert sind.

Wenn mehrere Flanken vor einander angebracht werden; hängt die Weite, in der sie von einander liegen, von der Oeffnung der Kehle des Bollwerkes, und von der erforderlichen Breite des Wallganges ab, um Geschütz auf die niedere Flanke stellen zu können. Die letztere muß zugleich nothwendig durch einen 12 bis 18 Fuß breiten Graben von der, hinter ihr liegenden hohen Flanke, abgesondert werden, damit die von letzterer abgeschossenen Trümmer nicht ihren Wallgang anfüllen, und dadurch ihrem Gebrauch hinderlich werden können. Die Höhe der doppelten Flanke wird durch ihre Entfernung von dem Schulterpunkt des gegenüber liegenden Bollwerkes bestimmt, woselbst ihre Schußlinie die Sohle des trocknen oder den Wasserspiegel eines nassen Grabens treffen muß. Ist demnach die Face des Bollwerkes = 30 Ruthen und die Streichlinie = 60 R., so wird AB = 20 R. (Fig. 23. Tab. III.) und man bekommt durch die Höhe der niederen Flanke FG, und ihre Entfernung von der hohen AF, die Höhe der letzteren AD, weil

$$BF : AB = FG : AD$$

wobei man FG + 4 Fuß setzen muß, um so viel die Kugeln über die Krone der Brustwehr des unteren Walles hinweg gehen müssen; und AD + 3½ Fuß, die Erhebung der Krone der Brustwehr, über der Sohle der Schießscharte.

Vauban hat bei den mehresten, von ihm angelegten Halben Monden oder Ravelins 8 bis 9 Toisen lange Flanken angebracht, Fig. 2. Tab. I., um mit 2 Kanonen das feindliche Logement vor der Spitze des Bollwerkes, und die Bresche in letzterem beschießen zu können. Allein, diese völlig unbedeckten Flanken werden von der Ersten Batterie des Feindes enfiliret und zerstöret, so daß sie alsdann, wenn sie thätig werden sollen, völlig unbrauchbar sind. Sie haben überdieses den sehr wichtigen Nachtheil: die Flanken der Bollwerke und die Kurtine den Schüssen des Belagerers bloß zu stellen. Die doppelten Ravelinflanken Vaubois HI Fig. 2. haben zwar diese Fehler nicht, und sind für sich selbst durch die Orillons gedeckt. Dadurch wird jedoch der Aufwand des Baues ansehnlich erhöhet, und es wäre zuvörderst zu untersuchen: ob diese Construction auch wesentlichen Einfluß auf die Widerstandsfähigkeit der Festung äußert? Dies scheint in der That zu geschehen, weil die Flanken des Halben Mondes IH hier gemeinschaftlich mit den Bollwerksflanken die Contrebatterie bekämpfen und ein ihr überlegenes Feuer gewähren. Aus demselben Grunde hat auch Cohorn in seiner Zweiten Manier das Ravelin M

durch doppelte Flanken PK und LO mit dem Mantel qlq Fig. 2. zusammen gehängt.

Flanke, abgesonderte. S. Ailerons.

Flesche (Flêche) ist ein kleines Feldwerk von bekannter Form und etwa 70 bis 80 Fuß langen Seiten, das man gewöhnlich auf den Fuß des Glacis legt, um einen vorhandenen Vorgraben oder äußern bedeckten Weg zu unterstützen, oder auch wohl, um irgend einen abwärts liegenden Punkt dadurch zu decken. Tab. 11. Fig. Zz und tz. Sie bekommen gewöhnlich ihre Lage auf den vorspringenden Winkeln; hier können sie jedoch den Vorgraben oder äußern bedeckten Weg weder bestreichen noch unterstützen, und der Belagerer bedient sich ihrer Brustwehr zu seiner Deckung. Er findet zugleich an ihrem Verbindungswege y einen fertigen Laufgraben, um auf dem Kapitale vorzugehen, und die Flesche wird ihm leicht zu nehmen, weil sie hier keine gehörige Unterstützung hat.

In den eingehenden Winkeln hingegen Zz decken sie 1) die Verbindungen mit dem äußern bedeckten Wege, die immer hier angebracht seyn müssen. 2) Bestreichen sie die vorspringenden Winkel, die Linien des bedeckten Weges und den Vorgraben. 3) Kann ihre Brustwehre dem Belagerer nicht zur Deckung dienen, weil sie von dem weit ausspringenden Raveline hinreichend bestrichen wird. Zaber (verstärkte Contrescarpe) hat sie daher ebenfalls hierher gelegt tz Fig. 31. Tab. IV. wo sie zu Unterstützung der im Vorgraben befindlichen Brillen S. dienen.

Die Fleschen, ohne weiteren Schutz, als vielleicht einen schmalen trocknen Graben am Fuße des Glacis anzubringen, tz Fig. 7. Tab. II., wie Bousmard vorschlägt, ist durchaus unzulässig. Der Feind bemächtiget sich ihrer ohne Mühe, und ihre Brustwehren und Graben bieten ihm ein sicheres Logement dar. Eine solche Lage der Fleschen kann nur dann statt finden, wenn sie eine Ueberschwemmung, oder einen an der Festung vorbeigehenden Graben Z decken sollen, wie Ww., wodurch zugleich der Angriff des Feindes auf sie erschweret wird.

Auf dem Glacis müssen ihre Facen nie mit der Linie der Waffenplätze des vorderen bedeckten Weges gleichlaufen, sondern sich 12 bis 15 Fuß rückwärts wenden. Man wäre außerdem gezwungen, ihre Brustwehr 3½ bis 4 Fuß über den Kamm des äußeren Glacis zu erhöhen, damit sie nicht von dem, auf demselben stehenden Feinde eingesehen werden können. Dadurch aber würden sie das Feuer der hinter ihnen liegenden Werke hindern. Wenn sie demnach einen zweiten bedeckten Weg vor sich haben, müssen sie denselben 2 Fuß überhöhen, und deshalb 8 Fuß hoch werden; wären sie hingegen bloß von einem Was-

Digitized by Google

sergraben umgeben, ist eine Höhe von 6 Fuß über dem Horizonte für sie völlig hinreichend.

Hat man Zeit dazu, wird die Brustwehr dieser Fleschen mit Rasen verkleidet. Da sie sich nur 6 Fuß erheben darf, bekommt sie auch bloß einen Einfachen Auftritt. Es ist übrigens immer vortheilhaft, sie in der Kehle mit einem 6 Fuß tiefen Graben, und mit einer Reihe — in demselben stehender — Pallisaden zu verschließen, weil der Feind sie mit dem Bajonett hinwegnehmen muß, und ihr Widerstand dadurch bedeutend vergrößert wird.

Fliegende Batterieen von 2 sechspfündigen Kanonen oder leichten Haubitzen, um die feindlichen Parallelen und Laufgräben zu enfiliren, werden an der Spitze der Contreapproschen erbauet w. n. i.

Flintenschußweite wird in der Kriegsbaukunst zu 60 Ruthen oder 300 Schritt gerechnet, und daher diese Weite für die Länge der Streichlinien angenommen.

Flöße (radeau) ist sowohl zu den Verbindungsbrücken mit den Außenwerken, als zu dem Uebergange über den Festungsgraben vorzüglich anwendbar, weil sie durch das feindliche Stückfeuer nicht in Grund geschossen werden kann; ja, selbst von den darauf fallenden Bomben nicht bedeutend beschädiget wird. Das Tannen- und Fichtenholz ist am vorzüglichsten zu diesem Behuf, weil es leichter ist, als das Holz der Kiene, das durch ihr Harz sehr schwer gemacht wird, und daher — frisch gefället — eine zu geringe Wassertracht besitzt. Dasselbe ist der Fall mit den Laubhölzern, die mit Ausnahme der Pappel und Linde — obgleich leichter als das Wasser, dennoch nicht leicht genug sind, daß man die daraus verfertigten Flöße noch mit etwas beschweren könnte. Sobald nämlich das eigenthümliche Gewicht des Holzes bis auf $\frac{2}{3}$ der Schwere des Wassers steiget, ist es nicht mehr zu diesem Zwecke anwendbar. Folgende Holzarten sind es:

Eigenthümliches Gewicht, wenn das Wasser = 10000 ist

Pappel	0,3830.
Tanne	0,4980.
sehr trocken	0,4350.
Fichte	0,5210.
Kiefer	0,5571.
Lerchenbaum	0,5857.
Linde	0,6040.

Für die Gemeinschaftsbrücken über die Wassergräben der

Festungen kann man allerdings schickliches und trocknes Holz wählen; allein, zu dem Uebergang über den Graben und zu dem Kriegsgebrauch, wird man öfters genöthiget sein: die Deckſparren nahe ſtehender Häuſer anzuwenden, was es an trocknem oder hinreichend leichtem Holze fehlt.

Man befeſtiget die Sparrenhölzer entweder unmittelbar aneinander, ſo daß immer ein Wipfel neben den Stammort des anderen Baumes zu liegen kommt, und die ganze Waſſerfläche damit bedeckt iſt; oder man macht einzelne Glieder (travées) von 12 bis 15 Stämmen, die man nachher 6 bis 10 Fuß im Lichten auseinander ſtellt. Hierzu wird jedoch vorzüglich trocknes Holz erfordert, weil durch dieſe Anwendung das Vermögen der ganzen Brücke um Etwas verringert wird. Die Verbindung der Brücke ſelbſt geſchiehet mit eiſernen Klammern, oder auch wohl mit Klöshölzern und Weiden, wo nämlich quer über die Flöße eine 3 bis 4 Zoll ſtarke Waldſtange geleget und auf jeden Stamm durch ein Stück Weide b und 2 Pflöcke von hartem Holze ic Fig. 107. Tab. IX. in die, zu dem Ende gebohrten Löcher befeſtiget wird. Man ſehe auch Uebergang über den Graben.

Fluß, kann die Stärke einer Feſtung in ſo fern vermehren, als er 1) Gelegenheit giebt, den Graben mit einem Schleußenſpiel zu verſehen und willkührlich trocken oder naß zu haben; 2) die an ihm liegende und durch ihn geſicherte Fronte weniger zu befeſtigen geſtattet, um die dadurch erſparten Koſten auf die andern Fronten zu wenden. Das letztere findet jedoch nur ſtatt, wenn der Fluß breit und tief genug iſt, um den hinter ihm liegenden Werken wirklichen Schutz zu gewähren; in jedem andern Falle muß die Befeſtigung eben ſo gut geſchehen, als ob der Fluß gar nicht vorhanden wäre. Eine, in der Mitte des Fluſſes befindliche Inſel giebt einen ſchicklichen Ort zu Anlegung einer Citadelle, oder — wenn ſie zu klein iſt — eines abgeſonderten Forts, um den Strom zu beiden Seiten zu beherrſchen.

Bei ſolchen Feſtungen, wo die beiden Ufer des Fluſſes durch eine Brücke verbunden ſind, und die daher eine Verbindung derſelben gewähren, muß dieſe durch eine beſondere Verſchanzung gedeckt werden; ſo entſtehet eine doppelte Feſtung, die den weſentlichen Vortheil hat: den Feind zu einer größern Ausdehnung des Belagerungskorps und zu einem doppelten Angriff zu nöthigen; die jedoch nothwendig auch eine ſtärkere Beſatzung erfordert, als eine andere, die nur einen beſchränkten Raum umſchließt.

Hier iſt zugleich die vorzüglichere Lage der Feſtung in den eingehenden Bogen des Fluſſes Fig. 109; denn der ſtärkſte Strom

Digitized by Google

gehet dichte an der Festung hin A, und erhält den Fluß immer in gleicher Tiefe, während das Wasser an dem entgegengesetzten Ufer B Anschwemmungen bildet, vermittelst deren der Feind bei niedrigem Sommerwasser die, wie Fig. 108., liegenden Werke umgehen und erobern könnte, wenn er vorher von dem jenseitigen Ufer her Bresche darauf geschossen hätte. Die an den Fluß stoßenden Fronten C und D umfassen zugleich das jenseitige Ufer mit ihrem Feuer, wodurch dem Feinde die Anlegung der Batterieen auf demselben sehr erschweret wird. Der in diesem eingehenden Winkel des Flusses hingehende Wall muß gut und dauerhaft aufgemauert, auch durch steinerne Buhnen (oder Abweichen) und durch eingerammte Pfähle gegen den Eisstoß geschützet seyn. Dieser wirkt hier mit weit stärkerer Kraft, und würde ohne die erwähnte Vorsicht die Futtermauern bald zerstöhren. Die Anlage eines bedeckten Weges, dessen Glacis bis in das Wasser läuft, wären hier allerdings zum Schutz der am Flusse liegenden Fronte vortheilhaft; sie ist jedoch wegen der Beschaffenheit des Flusses nicht immer möglich. Nur dann ist dieses Deckungsmittel unentbehrlich, wenn der Feind auf dem jenseitigen Ufer Batterieen errichten, und in die Wasserseite der Festung Bresche schießen kann, wie Ebhorn 1703 bei Bonn, und die Franzosen 1746 bei Namur.

Bei der vorerwähnten nachtheiligen Lage der Festung im eingehenden Winkel des Flusses, wo die an letzterem sich hinziehende Fronte von den feindlichen Feldbatterieen umfaßt wird, ist es durchaus nothwendig, die hier liegenden Werke durch einen Mantel zu decken, der es dem Feinde unmöglich macht, den Hauptwall zu beschießen. Dieser Mantel wird als ein Damm ABC Fig. 108. Tab. IX. so weit in den Strom hinein gerückt, daß auch bei anhaltender Trockenheit das Wasser längs desselben wenigstens 5 Fuß Tiefe behält. Er wird zugleich stark genug von Steinen, oder von Erde und Faschinen aufgeführet, um dem feindlichen Geschütz hinreichend zu widerstehen. Oben wird er mit einer Brustwehr und nur mit zwei Auftritten versehen, damit der Belagerer keinen Raum zu Anlegung einer Batterie darauf findet. Hinter diesen Mantel wird ein Wassergraben DEF von der gewöhnlichen Breite und Tiefe gezogen, und der Hauptwall wird dergestalt geordnet, daß er den Damm überall mit einem überlegenen, kreuzenden Feuer bestreicht, und von den auf den Kurtinen liegenden Kavalieren H das jenseitige Ufer beschossen werden kann. Da wo die Festung zu beiden Seiten an das Wasser schließt, werden die nächsten Werke zu Bestreichung desselben eingerichtet, weil dieser Zweck sich nicht füglich durch den Mantel erreichen läßt.

Kleinere Flüsse können zwar die anliegenden Polygone nicht verstärken, geben aber zu vortheilhaften Ueberschwemmungen

und zu Anwendung des Schleußenspieles (w. n. i.) in den Gräben Gelegenheit, wie schon oben gesagt worden. Man ziehet sie deshalb in die Festung selbst hinein, indem man sie unter der Kurtine, oder bei Tenaillenwerken im eingehenden Winkel, hindurch führet, und ihr Bette überwölbt, um eine Wall- und Brustwehr darauf setzen zu können. a. Fig. 7. Tab. II. Ist der Fluß nicht schiffbar, wird der Bogen durch ein eisernes Gitter gesperret; im entgegengesetzten Falle geschiehet es vermittelst eines eisernen Gatterthores oder Fallgatters, das innerhalb des Einganges angebracht wird. Breitere und tiefe Flüsse müssen bei ihrem Eingange und Ausgange durch eingerammte Pfähle, durch Schwimmbäume (w. n. i.) oder durch herüber gezogene Ketten versperrt werden. S. auch Lage der Festungen.

Fortifikation. S. Befestigungen und Befestigungskunst.

Forts dienen entweder zu Behauptung einzelner Posten, Gebirgspässe, wichtiger Uebergänge über Flüsse und Sümpfe, u. dergl., theils in den größern Festungen als eine Art kleiner Citadellen oder Zufluchtsörter für einen, obgleich geringen, Theil der Besatzung. In dem erstern Falle hängt der Umriß des Forts einzig und allein von dem Lokale ab, und kann daher nur selten regelmäßig seyn. Eine Hauptbedingung bei ihrer Anlegung ist: daß sie völlig gegen den offenbaren Angriff gesichert sind, und nicht anders, als durch eine förmliche Belagerung genommen werden können. (S. Vorliegende Werke.) In den Festungen bestehen sie gewöhnlich aus einem Bollwerke, das in seiner Kehle, gegen die Stadt hin, durch eine Art kleines Hornwerk abgeschnitten ist, wie das Fort Blanche zu Straßburg Fig. 110. Tab. IX., das in seiner Kehle zwei halbe Bollwerke AB mit einem trocknen Graben hat. Man siehet leicht, daß dergleichen Forts nur sehr geringe Vertheidigungsfähigkeit besitzen. Ein anderes ist es, den ganzen Umfang der Festung aus lauter einzelnen Forts zusammen zu setzen, um auf diese Weise den Feind zu einer fortgehenden Belagerung der Forts zu nöthigen, wie Landsberg, Herbort, Montalembert u. a. vorgeschlagen haben. Allein mit dieser Einrichtung ist die Unbequemlichkeit verbunden: daß man entweder jedes einzelne Fort eben so gut besetzen, und mit allem Nothwendigen versehen muß, wie eine besondere Festung, oder daß der Feind die nicht gehörig versorgten Forts ohne große Weitläuftigkeiten hinwegnehmen kann, sobald er einmal in den Umfang der Festung eingedrungen ist. S. Umriß.

Fossé. S. Graben.

Fougasse. S. Fladderminen.

Digitized by Google

Französische Befestigungsmanier unterscheidet sich in die ältere und neuere. Jene hat Gerharden von Herzogenbusch zum Urheber, und zeichnet sich durch die rechtwinklichen Bollwerke und durch die kürzere Kurtine gegen die ältere spanische Befestigungsweise aus. Sie beruhet nächstdem auf folgenden Grundsätzen: 1) Daß alle Theile einer Festung von andern bestrichen werden müssen. 2) Daß die bestreichenden Theile dem feindlichen Rückfeuer genugsamen Widerstand leisten können, um nicht gleich zu Anfang der Belagerung zerstöhret zu werden. 3) Daß die Streichlinien nicht über 65 bis 75 Klaftern lang seyn dürfen. 4) Daß die Werke einer Festung jederzeit die vor ihnen liegenden überhöhen, und daher vertheidigen. Gerhards sonderbare Stellung der Flanken (S. dies Wort) ward jedoch nicht von den andern Ingenieurs angenommen, sondern dieselben fortwährend senkrecht auf die Kurtine gesetzt, indem sie sie zugleich auf der innern Polygon befestigten, und die Flanke der halben Kehle zu $\frac{1}{6}$ der innern Polygon annahmen.

Die neuere Französische Manier hat Bollwerkswinkel unter 90°, und ihre Flanken stehen auf der Streichlinie senkrecht. Pagan war der Erste, der es einführte; ihm folgte Vauban, der eine leichtere Construction erfand, und deshalb die Flanken nicht senkrecht auf die Streichlinie setzte, sondern nach Bestimmung der Façen AC und BD zu $\frac{2}{7}$, der äußern Polygone AB, und des Perpendikuls LM zu $\frac{1}{6}$, (Fig. 2. Tab. I.) sie mit einer Oeffnung des Zirkels aus der Bollwerksspitze zog, daß sie mit der Kurtine einen Winkel von ungefähr 100 Grad machen. Er machte sie zugleich bald gerade DG, bald konkav und mit einem Bollwerksohr CF. (w. u. i.). Die gewöhnlichsten Dimensionen der Vaubanschen ersten Manieren sind:

	AB	= 180 Toisen.				
	AG	= 135	—	oder 125	Toisen.	
AC =	BD	= 50	—	— 60	—	
	DG	= 20	—	— 22	—	
	Go	= 76	—			

Weil hier nach Vollendung der Bresche in dem Hauptwalle dem Belagerten keine Zuflucht mehr bleibet, setzte Vauban seine spätern Anlagen: Landau, Befort und Neu-Breisach aus Abgesonderten Bollwerken (w. u. i.), die er Contregarde nannte, und aus einer retirirten Festung RNS zusammen. Fig. 2. Tab. I. Diese letztere bestehet aus sehr flachen Bollwerken, die von einer, die Kehlen der Bollwerksthürme verbindenden Linie zz, vermittelst eines auf N. gefällten Perpendikuls von 5 Toisen, gebildet werden, und auch 5 Toisen große kasemattirte Flanken haben, zu 2 Kanonen eingerichtet.

Cormontaigne legte wieder die erste Vaubansche Manier zum Grunde, setzte aber die Flanke auf die Streichlinie

Digitized by Google

senkrecht, machte den Perpendic. LM $\frac{1}{7}$ der äußern Polygon, und die Façen AC und BD immer $\frac{2}{6}$ derselben, oder 60 Toisen. (S. Bollwerk und Courtine.) Um zugleich eine reinere Bestreichung des Grabens vor den Bollwerken zu bekommen, rückt er die Krone der Brustwehr bis an den Punkt mm vor, wo die Streichlinie die innere Böschung der Flanke durchschneidet, wodurch die Magistrale der Kurtine FG beinahe um die ganze Stärke der Brustwehr hervorkommt, und die Länge der Flanke nur die reine Bestreichung des Grabens gewähret, die aus dem hinweggenommenen Stück Fm sehr schräge geschehen kann. Der innere Raum der Festung wird zugleich dadurch um mG vergrößert, und durch die abgekürzte Länge der Flanke an den Baukosten erspart. Die Einrichtung der Gräben, der Raveline und des bedeckten Weges bei diesen verschiedenen Arten der französischen Befestigungsweise ist unter den zugehörigen Worten nachzusehen.

Freitag hat die Grundsätze der Niederländischen Befestigungsweise in ein System gebracht und uns überliefert. Sie beruhet auf folgenden Bedingungen:

1.) Der Bollwerkswinkel ist $\frac{2}{3}$ des Polygonwinkels, der nie über 90°, um die großen Nebenflanken beizubehalten.

2.) Die Façe ist allezeit 24, und die Kurtine 36 Ruthen, damit die Streichlinie nicht zu lang wird, und dennoch die Façe eine hinreichende Anzahl Kanonen fassen kann.

3.) Die Flanken stehen immer auf der Kurtine senkrecht. Die Festungen werden in Groß und Klein Royal getheilet, wo in ersteren die Streichlinie immer 60 Rheinl. Ruthen beträgt. Die übrigen Maaße sind in Dezimal-Ruthen.

Digitized by Google

	VI. Ecke.	VII. Ecke.	VIII. Ecke.	IX. Ecke.	XII. Ecke.
Der kleine Radius	62 R. 38′.	72 R. 65′.	83 R. 1′.	91 R. 76′.	124 R. 99′.
Die innere Polygon	62 38	63 7	63 64	63 70	64 71
Die Capitale	18 71	20 03	21 29	22 57	24 85
Die Kehle	13 19	13 53	13 82	13 85	14 35
Die Flanke	8 —	9 —	10 —	11 —	12 —
Anlage des Walles	5 5	6 5	6 5	7 —	7 —
Höhe des Wallganges	— 2,50	— 3,33	1 5	1 5	1 5
Innere Böschung	— 2,50	— 3,33	1 5	1 5	1 5
Aeußere Böschung	— 7,92	— 8,34	— 9,7	— 9,7	— 9,7
Obere Breite der Brustwehr	4 —	— 2,50	— 4,17	1 7,50	1 7,50
Innere Böschung der Brustw.	— 0,83	— 0,83	— 0,83	— 0,83	— 0,83
Aeußere Höhe	— 3,33	in allen	Vielecken.		
Innere Höhe	— 5	den	gleichen.		
Wallgang der Faussebray	— 12,50	— 14,17	— 17,50	— 17,50	— 17,50
Obere Breite des Grabens	8 —	9 —	10 —	11 —	11 —
Tiefe	sind der	8,33	10	10	10
Die Böschungen		Tiefe gleich	und die	Berme	5 Fuß.
Breite des bedeckten Weges	— 2,50	— 4,17	1 7,50	1 7,50	1 7,50
Anlage des Glacis	— 7,50	— 8,33	6 1,67	6 5,83	6 5,83
Innere Böschung	— 0,83	in allen	Polygonen		
Höhe	1 5				
Breite der Aufritte	— 2,50				
Höhe	— 1,25				

Das Ravelin ist ein gleichseitiges Dreieck, mit der Länge der Kurtine, dessen Facen durch die Linien der Contrescarpe abgeschnitten werden.

Friesische Reuter. S. Spanische Reuter.

Fronte einer Fortification (Front oder Coté exterieur.) ist die unter dem Namen der äußern Polygon zwischen den zwei Capitalen eines Vieleckes begriffene Linie. Sie bestehet aus 2 Facen, 2 Flanken, und der von ihnen eingeschlossenen Kurtine. Im weitern Sinne werden unter angegriffener

Fronte alle, von den feindlichen Parallelen wirklich umfaßte Werke verstanden, die bisweilen auch wohl aus zwei Polygonen bestehen, oder zwei Seiten des Vielecks begreifen können.

Fundament. S. Grundmauer.

Fußangeln (Chausse-trapes) sind vierspitzige Eisen von bekannter Form, die man in die Gräben der Feldschanzen, in die trocknen Gräben der Außenwerke, auf die Breschen oder in zu seichte Ueberschwemmungen und Wassergräben wirft, um die Annäherung des Feindes zu erschweren.

Futtermauern (Mur de revêtement) sind bei trocknen Gräben an der Escarpe durchaus unentbehrlich, um den Wall da, wo keine Bresche geschossen ist, unersteiglich zu machen; weil außerdem der Feind, sobald er die Contrescarpe erobert hätte, leicht einen allgemeinen Sturm anwenden könnte. Weniger nothwendig sind die Futtermauern an der Contrescarpe (S. dies Wort), vielmehr scheint eine flache, leicht ersteigliche Böschung den Vortheil zu gewähren, daß man nach Festsetzung des Feindes im bedeckten Wege ihn durch Ausfälle mit breiter Front angreifen, und leicht die Oberhand über ihn gewinnen kann.

Die Höhe der Futtermauer ist von den Ingenieuren allgemein auf wenigstens 24 Fuß festgesetzt, weil hier der Feind schon 30 Fuß lange Sturmleitern haben müßte, die schwer zu bekommen, und schwierig zu behandeln sind. Der obere Theil der Futtermauer darf jedoch nie über den Kamm des Glacis emporstehen, damit er nicht von den feindlichen Feldbatterieen der ersten Parallele eingeschossen werden kann. An den Reduits der Raveline hingegen ist eine 18 Fuß, und an den Reduits im bedeckten Wege eine 12 Fuß hohe Futtermauer hinreichend. Die Stärke der Futtermauer hängt von ihrer Höhe ab, und von dem Druck der Erde, die hinter ihnen angeschüttet ist. An der Contrescarpe und in der Kehle der Außenwerke werden sie daher gewöhnlich oben 3 Fuß dick gemacht, mit $\frac{1}{6}$ ihrer Höhe zur Böschung, welche Stärke man ohne Nachtheil bis auf 2 Fuß vermindern könnte. Weil jedoch die Futtermauer der Escarpe, außer dem Druck der hinter ihr liegenden Erde oben noch eine Brustwehr A zu tragen hat, und zugleich den feindlichen Stückkugeln widerstehen soll, giebt man ihr jetzt allgemein oben C. Fig. 26. Tab. III. 5 Fuß Dicke und $\frac{1}{5}$ der Höhe zur Anlage der Böschung CD. Wenn demnach die Escarpe 24 Fuß hoch ist, wird sie oben 5 Fuß und unten 9 Fuß Stärke bekommen. Ja bei solchen Futtermauern, auf denen eine über 8 Fuß hohe Brustwehr liegt, giebt man auf jeden Fuß Höhe

Digitized by Google

2 Zoll an der Dicke zu. Zu mehrerer Dauer versiehet man zugleich die Futtermauern hinten von 15 zu 15 Fuß mit Strebepfeilern. (w. n. i.) Vauban hat seinen Verkleidungsmauern oben nur $4\frac{1}{2}$ Fuß Dicke, ihrer Böschung aber $\frac{1}{5}$ der Höhe zur Anlage gegeben. Belidor aber hält diese Stärke bei sehr hohen Mauern für zu klein, und bei niedrigen zu groß. Er giebt daher andere Tafeln für die nöthige Stärke der Futtermauern an der Escarpe und Contrescarpe, im Verhältniß der ihnen zu gebenden Böschung:

Digitized by Google

Stärke solcher Futtermauern, auf denen zugleich eine Brustwehr ruhet.

Höhe der Futtermauern.	Mit ⅛ d. Höhe d. Böschung		Mit ¼ d. Höhe d. Böschung		Mit ⅓ d. Höhe d. Böschung		Mit ½ d. Höhe d. Böschung		Mit ⅔ d. Höhe d. Böschung	
	Obere Dicke	Untere Dicke	Obere Dicke	Untere Dicke	Obere Dicke	Untere Dicke	Obere Dicke	Untere Dicke	Obere Dicke	Untere Dicke
10 Fuß.	3′. 8″. 11‴.	5′. 4″. 11‴.	3′. 11″. 5‴.	5′. 4″. 6‴.	4′. 1″. 3‴.	5′. 4″. 3‴.	4′. 4″. 3‴.	5′. 4″. 10‴.		
15	4. 6. 9.	7. — 9.	4. 10. 8.	5. 7. —	5. 1. 8.	7. 8. 8.	5. 3. 6.	6. 9. 6.		
20	5. 3. 9.	8. 7. 9.	5. 9. 4.	6. 8. 7.	6. — 8.	8. 9. 8.	6. 3. 5.	8. 8. 5.		
25	5. 10. 7.	10. 8. —	6. 9. 1.	7. 9. 8.	6. 9. 11.	9. 11. 5.	7. 4. 8.	9. 9. 10.		
30	6. 5. 3.	11. 9. 7.	7. 4. 9.	8. 11. 1.	7. 11. 6.	11. 3. 4.	8. — 6.	11. — 6.		
35	7. — 9.	12. 10. 3.	7. 8. 4.	9. 11. 1.	8. 2. 9.	12. 4. 3.	8. 9. 4.	12. 1. 4.		
40	7. 3. 9.	13. 11. 9.	8. 3. —	10. 11. 1.	8. 8. 1.	13. 4. 2.	9. 3. 3.	13. 2. 4.		
45	7. 7. 9.	14. — 9.	8. 7. 5.	11. 11. 1.	9. 4. 8.	14. 4. 1.	9. 11. 3.	14. 3. 4.		
50	8. — 9.	15. 1. 9.	8. 11. 6.	12. 11. 1.	9. 11. 5.	15. 4. —	10. 6. 3.	15. 4. 3.		
55		16. 2. 9.	9. 2. 6.	13. 11. 1.	10. 1. 10.	16. 3. 11.	11. — 3.	16. 4. 3.		
60		17. 3. 9.	9. 6. 6.	14. 11. 1.		17. 3. 10.	11. 6. 2.	17. 4. 3.		

Dicke solcher Futtermauern, auf denen keine Brustwehr ruhet.

10	1. 6. 6.	2. 5. 5.	1. 8. 11.	2. 8. —	1. 10. 8.	2. 8. 8.	1. 8. 8.	2. 1. 4.	1. 8. 8.	1. 7. 4.
15	1. 9. 5.	2. 8. 2.	1. 11. 10.	2. 11. 8.	2. 1. 8.	3. 1. 1.	1. 11. 6.	2. 4. 8.	1. 11. 6.	1. 10. 8.
20	2. 1. 4.	3. 2. 2.	2. 2. 9.	3. 4. 6.	2. 4. 8.	3. 4. 1.	2. 2. 4.	3. 1. 1.	2. 2. 4.	2. 1. 8.
25	2. 4. 3.	3. 5. 1.	2. 5. 8.	3. 7. 7.	2. 7. 8.	3. 7. 7.	2. 5. 2.	3. 4. 1.	2. 5. 2.	2. 4. 8.
30	2. 7. 2.	3. 8. —	2. 8. 7.	3. 10. 7.	2. 10. 8.	4. 1. 7.	2. 8. 1.	3. 7. 1.	2. 8. 1.	2. 7. 8.
35	3. — 1.	4. 1. 3.	3. 1. 6.	4. 1. 8.	3. 1. 8.	4. 4. 7.	3. 1. 1.	3. 10. 1.	3. 1. 1.	3. 1. 8.
40	3. 3. 1.	4. 4. 7.	3. 4. 5.	4. 4. 11.	3. 4. 8.	4. 7. 7.	3. 4. 1.	4. 1. 1.	3. 4. 1.	3. 4. 8.
45	3. 6. 1.	4. 7. 7.	3. 7. 4.	4. 7. 11.	3. 7. 8.	4. 10. 7.	3. 7. 1.	4. 4. 1.	3. 7. 1.	3. 7. 8.
50	3. 9. 1.	4. 10. 7.	3. 10. 3.	5. — 11.	3. 10. 8.	5. 1. 7.	3. 10. 1.	4. 7. 1.	3. 10. 1.	3. 10. 8.
55	4. — 1.	5. 1. 7.	4. 1. 2.	5. 3. 11.	4. 1. 8.	5. 4. 7.	4. 1. 1.	4. 10. 1.	4. 1. 1.	4. 1. 8.
60	4. 3. 1.	5. 4. 7.	4. 4. 1.	5. 7. 11.	4. 4. 8.	5. 7. 7.	4. 4. 1.	5. 1. 1.	4. 4. 1.	4. 4. 8.

Obgleich diese Angaben Belidors kleiner ausfallen, als die Vaubanischen, scheinen sie doch den neuern Versuchen der Physiker immer noch nicht zu entsprechen, und daher bei wirklicher Ausführung des Baues eine schärfere Theorie zu fordern, bei der nicht blos das Gewicht der Futtermauer, sondern auch der Zusammenhang und die Reibung der Erdtheilchen auf einander mit in Anschlag gebracht wird, weil diese die Kraft, welche gegen die Mauer wirket, bedeutend verringern. Man hat bei allen dahin gehörigen Berechnungen immer vorausgesetzt, daß die hinter der Mauer liegende Erde mit ihrem ganzen Gewicht gegen sie drücke, und sie umzuwerfen strebe. Allein wenn man zu schwache und von dem Druck der Erdmasse umgestürzte Futtermauern untersuchet, wird man finden, daß sie gewöhnlich um die Gegend des in dem Schwerpunkte der Erde vereinten Druckes m. Fig. 111. Tab. X. eine Erhöhung bekommen, die sich nach und nach vergrößert, bis endlich die durch den Kalk bewirkte Verbindung der Mauer aufgehoben wird, und hier zuerst ein Bruch, dann aber der gänzliche Einsturz erfolget.

Siehet man die Erde hinter der Futtermauer als ohne Zusammenhang und merkliche Reibung an, so tritt sie in den Zustand der Flüssigkeiten, EC wird horizontal, und $BCE = 90°$. Mit dem zunehmenden Zusammenhange der Erde wird dieser Winkel kleiner, und für Felsen oder ähnliches Steinwerk $= 0$. Man kann übrigens ohne Fehler CE immer für eine gerade Linie ansehen, obgleich abrollende lockere Erdarten eine konkave Oberfläche EwC anzunehmen pflegen. Es sey $Q = \frac{ph^2 . tang. \beta}{2}$ der vereinte horizontale Druck der Erdmasse auf die Mauer ABCD; wo $BC = h$, $BCE = \beta$, $Bt = x$; tr mit BC gleichlaufend, p die eigenthümliche Schwere des Dreieckes BCE; denn hier wird $BC = h . tang. \beta$; $CE = h . Sec. \beta$; $Br = x . tang. \beta$; und $tr = x . Sec. \beta$; daher auch $\frac{px^2}{2} tang. \beta$ das absolute Gewicht des Dreiecks $Btr = Q$.

Um nun den horizontalen Widerstand der Futtermauer $ABCD = P$ zu finden, damit sie nicht auf ihrer Grundfläche CD. Fig. 111. Tab. X. verschoben werde, setze man

$$P = \frac{\frac{1}{2} ph^2 tang. \beta . Cos. \beta . - \frac{1}{2} \beta f h^2 tang. \beta . Sin. \beta . - gh Sec. \beta .}{Sin. \beta .}$$

durch f die Reibung der Erdtheilchen, und durch g ihr Zusammenhang ausgedrückt wird. Da nun aber $\frac{Cos. \beta .}{Sin. \beta .} = \frac{1}{tang. \beta .}$, so ist $P = \frac{ph^2}{2} . 1 - f . tang. \beta .) - \frac{gh . Sec. \beta .}{Sin. \beta .}$

Digitized by Google

Man wird hier allezeit einen kleinern Werth als $\frac{ph^2}{2}$ bekommen, und setzt man s als unveränderlich durch Cohäsion und Reibung, so wird P den Werth von $\frac{ph^2}{2}$ um so näher kommen, je mehr f und g abnehmen, und für $f = o$ und $g = o$, ist $P = \frac{ph^2}{2}$ der Druck einer völlig flüssigen Masse, oder dem Maximo aller, von Zusammenhang und Reibung abhängender Theilchen. Bezeichnet man nun das Profil der Mauer ABCD mit M, die Länge CD mit h, die Cohäsion auf derselben g' und die Zahl, womit das Gewicht zu multipliciren ist, um die Reibung zu bestimmen, mit f, so bekommt man aus der vorhergehenden Gleichung

$$M = \frac{\frac{1}{2} ph^2 (1 - f' . \text{tang. } \beta) - \frac{gh . \text{Sec. } \beta}{\text{Sin. } \beta} - g'b}{qf'}$$

wo q die spezifische Schwere des Mauerwerkes ausdrückt.

Während aber ein Theil des horizontalen Druckes der Erde die Mauer auf der Grundfläche zu verschieben strebet, wirket ein anderer von E nach A, sie um den Punkt D zu drehen. Um nun die Summe der Momente des allgemeinen Druckes gegen BC zu bekommen, setze man diesen für das Dreieck Btr auf Bt oder $x = \frac{px^2}{2} (1 - f \text{ tang. } \beta) - \frac{gx \text{ Sec. } \beta}{\text{Sin. } \beta}$, dadurch wird das Moment des Druckes gegen Bt $\frac{1}{2} phx^2 (1 - f \text{ tang. } \beta) - \frac{hg \text{ Sec. } \beta}{\text{Sin. } \beta} x - \frac{1}{3} px^3 (1 f \text{ tang. } \beta) + \frac{\frac{1}{2} g \text{ Sec. } \beta}{\text{Sin. } \beta} x^2 + A.$

Da durch $x = o$ die Summe der Momente verschwindet, wird $A = o$, und wenn $x = h$, so wird das Moment der Festigkeit des Profils durch die Reduction $= \frac{1}{6} ph^3 (1 - f \text{ tang. } \beta) - h^2 \frac{(\frac{1}{2} g. \text{ Sec. } \beta)}{\text{Sin. } \beta}$, welches der Bedingung der Umdrehungsbewegung um den Punkt D entspricht.

Böhm (Gründliche Anleitung zur Kriegsbaukunst. §. 73.) hat nach Couplet (Mem. de l'Academ. des Sciences l'an 1726 und 1728) die Stärke der Futtermauern berechnet, je nachdem sie

1) auf beiden Seiten völlig senkrecht aufgeführet sind; Fig. 111. Tab. IX.

2) hinten am Wall senkrecht, und vorne mit einer Böschung versehen sind; Fig. 112.

3) auf beiden Seiten Böschungen haben; Fig. 113.

Digitized by Google

4) inwendig eine Böschung haben, auswendig aber senkrecht stehen; Fig. 114.

5) endlich völlig nach der Böschung des Walles einwärts hängen. Fig. 115.

Setzt man wegen der Reibung und Cohäsion das Verhältniß EE : CF = $\sqrt{8}$: 1, so ergiebt sich daraus der Inhalt des Dreieckes EBC (Fig. 111. Tab. IX.), welches die Schwere des drückenden Erdkeiles darstellet, dessen Druck sich zu jener verhält, wie 2 : $\sqrt{8}$, und gemeinschaftlich nach der Richtung 1H in dem Punkte I wirket, der $\frac{2}{3}$ BC über FC stehet.

Eben so drückt ABCD den Inhalt der Mauer aus, der nach Belidor (Sc. des Ingenieurs) die Schwere derselben = $\frac{1}{2}$ ABCD giebt. Nennet man nun EF = BC = h, so ist FC = $\frac{h^2}{2\sqrt{8}}$, und der wirkliche Druck der Erde = $\frac{h^3}{12}$. Es sey x = AB, der gesuchten Dicke der Futtermauer, so wird $\frac{1}{2}$ xh ihre Schwere, $\frac{1}{2}$ hx², wodurch man für das Gleichgewicht der Mauer und des Erdwalles $\frac{h^3}{12} = \frac{3hx^2}{4}$, und daraus $x = \frac{\sqrt{h^2}}{9}$ bekommt. Wäre demnach h = 10 Fuß, so ist $x = 1\frac{1}{9}$ Fuß, der für diese Höhe nöthigen Dicke der Mauer, deren Widerstand noch dadurch vermehrt wird: 1) daß sie das Stück EbdC nicht halten darf, weil dieses auf ihrem Fundamente CD ruhet. 2) Daß ihr Inhalt durch die Grundmauer, und ihre Festigkeit durch den Zusammenhang mit derselben vergrößert wird. 3) Daß bei Wallmauern dasjenige Stück, welches im Graben stehet, von der gewachsenen Erde einen geringeren Druck empfindet, — so bald diese nicht aus ganz losem Sande bestehet, — als wenn die Erde blos hinter ihr aufgeschüttet, und höchstens festgestampft worden wäre.

Um eine allgemeine Formel für die mit einer Böschung versehenen Futtermauern zu finden, setze man, wie vorher EF = h, EF = FC = $\frac{h}{\sqrt{8}}$, Ck = nh, Ks = ph, sv = AB = x und vD = rh. Nun ist die Schwere des Erdkeils BCE = $\frac{1}{2}$ h $\left(\frac{h}{\sqrt{8}} + nh\right)$, folglich ihr Druck gegen die Futtermauer = $\frac{h^2}{12} + \frac{2nh^3}{3\sqrt{8}}$. Setzt man (n+p+r) h = m, und nh = c, so ist CD = m + x, und man findet endlich die Entfernung des Schwerpunktes der Mauern von D, oder ihr Moment = $\frac{2m^2 + 3x(2m - c) \cdot mc + 3x^2}{3(m + 2x)}$. Da

nun die Schwere der Mauer $= \frac{1}{4} hm + \frac{1}{2} hx$, so wird ihr Druck $\frac{3hm + 6hx}{4} \cdot \frac{2m^2 + 39(2m - c) \cdot mc + 3x^2}{3(m + 2x)}$, welches dem vorher gefundenem Drucke $\frac{h^3}{12} + \frac{2ha^3}{3\sqrt{8}}$ des Erdkeiles EBC gleich gesetzet werden muß, um $\frac{2h^2}{6} + \frac{8ch}{3\sqrt{8}}$ $= 2m^2 + 3x(2m - c) - mc + 3x^2$ zu bekommen. Wird endlich für m sein Werth $(n + p + r)h$, und na für c gesetzt, so erhält man $\frac{2h^2}{6} + \frac{8nh^2}{3\sqrt{8}} = 2(n+p+r)^2h^2 + 3hx(n + 2p + 2r) - h^2n(n + p + r) + 3x^2$ und daraus $h^2\left[\frac{2}{6} + \frac{8n}{3\sqrt{8}}\right] = n^2 + 3np + 2p^2 + 3nr + 4pr + 2r^2)h^2 + 3h(n + 2p + 2r) + 3x^2$.

Für den dritten Fall, wo die Futtermauer inwendig weniger, und auswendig mehr einwärts hängt, (Fig. 113.) ABDs, bleiben zwar die Größen r, q, p; nh aber fällt hinweg, und s auf C, folglich $nh = -ph$, und $n = -p$. Dadurch wird $h^2\left[\frac{2}{6} - \frac{8p}{3\sqrt{8}}\right] = h^2(p^2 - 3p^2 - 3pr + 2p^2 + 4pr + 2r^2) + 3hx(p + 2r) + 3x^2 = h^2(pr + 2r^2) + 3hx(p + 2x) + 3x^2$; und endlich:

$$x = h\sqrt{\left[\frac{2}{18} - \frac{8p}{9\sqrt{8}} + \frac{2pr}{3} + \frac{r^2}{3} + \frac{p^2}{4}\right]} - \frac{h(p+2r)}{2}.$$

Soll nun die Anlage der äußern Böschung doppelt so groß werden, als die innere, so wird $p = r$, und dadurch

$$x = h\sqrt{\left[\frac{2}{18} - \frac{8p}{9\sqrt{8}} + \frac{5p^2}{4}\right]} - \frac{3ph}{2}.$$

Für den zweiten Fall, einer hinten senkrechten, vorn aber mit einer Böschung versehenen Mauer, wird $p = o$, und daher

$$x = h\sqrt{\left[\frac{2}{18} + \frac{r^2}{3}\right]} - hr.$$

Wenn im dritten Falle die Mauer die Form ABCD hat, fällt D auf v, und r wird $= o$. Daher ist $h^2\left[\frac{2}{6} + \frac{8n}{3\sqrt{8}}\right]$ $= h^2(n^2 + 3np + 2p^2) + 3hx(n+p) + 3x$; und endlich

$$x = h\sqrt{\left[\frac{2}{18} + \frac{8n}{9\sqrt{8}} - \frac{n^2}{12} - \frac{np}{2} - \frac{3p^2}{12}\right]} - \frac{(n+p)h}{2}.$$

Digitized by Google

Soll die innere und äußere Böschung gleich groß seyn, wird $p = p$, und folglich $x = h\sqrt{\left(\frac{2}{1\,8} + \frac{8n}{9\sqrt{8}} - n^2\right)} - hn$.

Stehet viertens die Mauer auswendig senkrecht, und hat blos inwendig eine Böschung, so daß Bs auf Bk fällt; wird $p = o$, und $x = h\sqrt{\left(\frac{2}{1\,8} + \frac{8n}{9\sqrt{8}} - \frac{n^2}{12}\right)} - \frac{hn}{2}$.

Hängt endlich die Mauer bei gleichförmiger Dicke einwärts, wie ABvs, wo D auf v fällt, so wird $r = o$, und daher $x = h\sqrt{\left(\frac{2}{1\,8} - \frac{8p}{9\sqrt{8}} + \frac{p^2}{4}\right)} - \frac{ph}{2}$.

Die Erfahrung hat die Vorzüge dieser, schon von den alten Italienern empfohlnen Futtermauern hinreichend bewährt, denn bei einer Dicke von einem Bruchstein oder 1 Fuß haben sie der Zerstöhrung völlig widerstanden.

Bei Berechnung dieser verschiedenen Formen der Futtermauern ergiebt sich für die obere Stärke AB der inwendig mit $\frac{1}{12}$, auswendig mit $\frac{1}{6}$ Anlage geneigten, 10 Fuß hohen Mauer, 1,81 Fuß, und für den Inhalt ihres Profiles, der das Verhältniß der zu ihrer Aufführung nöthigen Baumaterialien bestimmt: 22,25 Quadr. Fuß.

Bei einer auf beiden Seiten gleichen Böschung von $\frac{1}{6}$ der Höhe aber ist die obere Dicke 2 Fuß, und der Inhalt ihres Profiles 36,85 Quadr. Fuß.

Ist die Mauer inwendig senkrecht und auswendig schief, mit $\frac{1}{6}$ ihrer Höhe Böschung, wird ihre obere Stärke 1,66 Fuß, und ihr Profil 26,20 Quadr. Fuß.

Die auswendig senkrechte Mauer, die inwendig ebenfalls eine Böschung von $\frac{1}{6}$ ihrer Höhe hat, bekommt 3,19 Fuß obere Stärke, und hält in Profil 40,20 Quadr. Fuß. Sie gewähret offenbar den geringsten Widerstand bei dem größten Aufwand von Steinen und Kalk; daher stehet sie allen übrigen Arten nach, und ist hier blos wegen der Vollständigkeit der Berechnung angeführet worden.

Eine durchaus gleich starke, senkrechte Mauer bekommt 3,33 Fuß Dicke, und hält 33,33 Quadr. Fuß im Profil.

Die bei gleicher Stärke sich mehr oder weniger einwärts gegen den Wall lehnende Mauer endlich bedarf 1,74 Fuß Stärke, und hat im Profil 17,31 Quadr. Fuß. Sie ist demnach am wohlfeilsten.

Bei allen diesen Berechnungen ist auf die Brustwehr, welche oben auf der Futtermauer ruhet, keine Rücksicht genommen worden, weil der dadurch vermehrte Druck von den angesetzten Strebepfeilern (S. dies Wort) vollkommen aufgewogen wird.

Digitized by Google

Will man jedoch die Rechnung auch auf diesen Fall ausdehnen, so würde das Profil der Brustwehr und ihres Auftrittes CGFINK in ein Rechteck CPLK Fig. 112. Tab. IX. zu verwandeln, und so anzusehen seyn, als ob es gemeinschaftlich mit der übrigen Erdmasse gegen die Fläche AD drücke, wenn man anders nicht den Umstand besonders berücksichtigen wollte: daß das Stück CDVG einen beinahe blos senkrechten Druck auf die Oberfläche CD der Mauer ABCD ausübet.

Bezeichnet man hier, wie vorher, AD mit h, CR = RG mit b, RV mit a, AB = Aa mit $\frac{(n+1)x}{n}$, so wird das auf der obern Fläche der Mauer ruhende Stück der Brustwehr CGWD = bx, und sein Druck $\frac{hbx\sqrt{2}}{3}$. Es ist RV = GH = CQ, daher DQ = a − x, und wenn man 2h − a = p setzet, der Druck von DWHG = $\frac{ap - px + ax - x^2)b\sqrt{2}}{6}$.

IQV ist = $\frac{b^2}{2}$, und sein Druck gegen die Futtermauer = $\frac{b^2\sqrt{2}}{6}$ (q + x), wenn man zu Abkürzung der Rechnung 3h − 3a − b = q setzet. Hieraus wird der ganze vereinte Druck der Brustwehr = $\frac{bhx\sqrt{2}}{3} + \frac{ap - px + ax - x^2)b\sqrt{2}}{6}$ + $\frac{bq + bx\sqrt{2}}{6}$. Oder wenn man $\frac{2h - p + a + b}{6} = m$, und $\frac{ap + bq}{6} = r$ setzet, $mbx\sqrt{2} - \frac{bx^2\sqrt{2}}{6} + rb\sqrt{2}$.

Da BE = $\frac{x}{n}$ und AB = $\frac{(n+1)x}{n}$, muß alles mit $\frac{18n^3}{2(n+1)^3\sqrt{2}}$ multiplizirt werden, um die Gleichung für die obere Stärke der Futtermauer zu bekommen:

$$x^3 - 3hx^2n\left(\frac{1}{2(n+1)} + \frac{3n^2 + 6n + 2}{2(n+1)^3\sqrt{2}}\right) + \frac{n^3h^3}{2(n+1)^3} + \frac{9n^2mbx}{(n+1)^3} + \frac{3nbx^2}{2(n+1)^3} + \frac{9n^2rb}{(n+1)^3} = 0.$$

Setzt man an die Stelle dieser Größen ihren Werth, so findet man dadurch die verlangte obere Stärke der Futtermauer. Man sehe über diese Berechnungen Böhms Magazin für Ingenieure und Artilleristen IV. Bd. S. 95. V. Bd. S. 135. 161. VIII. B. S. 190.

Digitized by Google

Außer der, nun schon durch die Erfahrung bestimmten Dicke der Futtermauer, muß auch ihr ganzer kubischer Inhalt, mit Einschluß der Grundmauer und der angesetzten Strebepfeiler (S. diese Worte) berechnet werden, um dadurch die zu dem wirklichen Bau erforderlichen Materialien zu finden.

Legt man die gewöhnlichen Dimensionen Cormontaigne's zum Grunde, wo die Face 360 Fuß, die Flanke aber 150 Fuß, endlich die Kurtine 45 Fuß lang ist, wo die äquirte Stärke der Futtermauer $\frac{CD + BA}{2} = \frac{5 + 10}{2} = 7{,}5$ Fuß (Tab. IX. Fig. 112.) ihre Höhe aber 30 Fuß beträgt, so giebt $30 . 7{,}5 = 225$ Quadr. Fuß, multiplicirt mit der Länge der Magistrallinie, den Inhalt der ganzen Futtermauer, ohne Grundmauern und Strebepfeiler.

Verlangt man jedoch hier ein schärferes Resultat, müßte man blos AE (Fig. 114.) für die Länge der Futtermauer der Face setzen, den Keil CAD an der Spitze des Bollwerkes, und das Stück HIL dazu addiren, EFG am Schulterpunkt aber davon abziehen. Nun wird AC gefunden durch

Sin. ACD : DA = Cos. ACD : AC,

weil AD = der obern Stärke der Futtermauer, CAD ein rechter Winkel, und ACD den halben Bollwerkswinkel gleich ist. Da zwei Seiten nebst der Höhe der abgestumpften Pyramide ACD bekannt sind, welche die Futtermauer an der Spitze des Bollwerkes bildet, wird sie durch das Verhältniß

Fa : aA = FG : GB und durch

$EFG . \frac{BG}{3} - ACD . \frac{Bd}{3}$ leicht gefunden. (Fig. 80. Tab. VII.)

Auf gleiche Weise läßt sich der Inhalt der abgestumpften vierseitigen Pyramide IHKL und der dreiseitigen EFG (Fig. 114.) bestimmen, woraus sich denn der Inhalt der ganzen Futtermauern an der Escarpe des halben Polygons CEHM ergiebt. Dasselbe ist der Fall in Absicht der Futtermauern des Ravelins, und aller andern Aussenwerke, die nach Verschiedenheit ihrer Form auf die eben angeführte Weise berechnet werden.

Die Futtermauern der Contrescarpe haben eben so wenig Schwierigkeit. Der Bogen x (Fig. 89. Tab. VII.) vor den Spitzen der Bollwerke und der Raveline ergeben sich aus der Größe der vorspringenden Winkel und der Breite der Gräben, (90 Fuß und 60 Fuß), welche der Halbmesser jener Bogen ist. Daß an dem eingehenden Winkeln y hier ebenfalls eine vierseitige Pyramide dazu addiret werden muß, ist von sich selbst klar. Giebt man den Futtermauern der Kehlen, der Raveline und anderer Aussenwerke eine zu ihrer Höhe verhältnißmäßige Böschung, dürfen sie nur 2 Fuß gleich stark werden, wodurch

Digitized by Google

ihre Berechnung sehr erleichtert wird. Die Profile der Brustwehren und Auftritte sowohl, als die Traversen, werden durch eine Mauer von 1 Fuß Stärke gegen das Abrollen geschützet, deren Inhalt noch besonders zu der Summe aller Futtermauern addiret werden muß. (Man sehe Erdbau, Grundmauern, und Strebepfeiler.

Was übrigens in Absicht der Befestigungsart mit Bollwerken statt findet, ist auch auf die Zungenwerke in demselben Maaße anwendbar. Bei ihnen werden die Futtermauern an den vorspringenden und eingehenden Winkeln genau auf dieselbe Weise bestimmt, wie vorher gezeiget worden.

Es stehet nicht immer in der Willkühr des Baumeisters, was für Steine zu Aufführung der Futtermauern angewendet werden sollen. Festes Gestein, wie Granit, Gneis und andere Quarzarten, vor allem Basalt, würden, wegen ihrer großen Härte, ohnstreitig den Kanonenkugeln am besten widerstehen, wenn ihre Bearbeitung nicht aus demselben Grunde zu viel Zeit und Kosten erforderte. Da jedoch diese Steinarten dem Verwittern nicht so unterworfen sind, wie die Sandsteine und Ziegel, kann man auch der aus ihnen aufgeführten Mauer eine stärkere Böschung geben, und sie aus großen, unregelmäßigen Blöcken aufführen, die durch guten Kalk unter einander verbunden werden. Die so beschaffenen Mauern und Thürme alter Städte haben mehrmals ohne bedeutende Beschädigung dem heftigsten Kanonenfeuer widerstanden, und scheinen unzerstörbar zu seyn. Ungleich weniger Widerstand gewähren die Sandsteine, obgleich auch sie sich stärker erweisen, als man gewöhnlich glaubt. Ein Irrthum, der die Kriegsbaumeister verleitet hat, den Ziegelsteinen den Vorzug zu geben, weil diese die doppelte Absicht erfüllen, das Ersteigen des Walles zu verhindern, und dem Kanonenfeuer guten Widerstand zu leisten. Allein, Böhm (a. a. O.) bemerkt mit Recht: daß es unter allen Umständen vortheilhafter sey, ein festes und hartes Gestein anzuwenden, er führet dabei die von Basalt aufgeführten Mauern des alten Schlosses Felzberg, ohnweit Giesen, als Beispiel an. Lorini rühmet dagegen die aus Tuffstein bestehenden Mauern von Famagusta, und schläget vor: die Futtermauern, nach Art der Pisearbeiten und des Plackwerkes, aus klar gestoßenen Ziegeln, mit gutem Kalk vermischt, zu verfertigen, so daß man die breiartige Mischung zwischen Bretwände gießt, und wenn sie hart geworden ist, die Wände hinweg nimmt. Oder man könnte auf diese Weise künstliche Steine formen, und sie alsdann gleich den natürlichen anwenden.

Zu besserer Verbindung und stärkerem Widerstand werden die Ziegel so in die Futtermauer geleget, daß sie rechtwinklich auf der Magistrale stehen, und mit ihrer ganzen Länge der Wirkung des feindlichen Stückschusses entgegen streben. Die Fugen

jeder vordern Reihe werden zugleich, sowohl hinten als oben, durch volle Steine gedeckt, und immer eine Lage um die andere etwas größere Steine genommen, so daß durchaus kein Verschieben oder Auseinanderweichen eines ganzen Stückes Mauer möglich ist. Noch mehr Festigkeit gewähret derjenige Verband, wo jedesmal die fünfte oder sechste, und zwei folgenden Schichten dergestalt aufgeleget werden, daß sie mit den Fugen der untern einen Winkel von beiläufig 45 bilden. Die vorspringenden Ecken der Bollwerke, Raveline und anderen Außenwerken, werden mit Quadersteinen aufgemauert, die abwechselnd bald auf die eine, bald auf die andere Seite der Länge nach gelegt werden. Fehlte es an gehauenen Steinen, könnte man wohl auch, nach Müllers Math. (Practical. part of fortificat.) eine Anzahl gewöhnlicher Mauerziegeln mit festbindendem Mörtel zusammen kütten, um alsdann aus den dadurch gebildeten großen Steinen die erwähnten Ecken aufzumauern.

Bei Wassergräben muß man, so weit die Futtermauer im Wasser stehet, dem Kalk anstatt des Sandes sogenannten Traß, oder Pozzolan Erde, oder auch klar gestößenes Ziegelmehl beimischen, (S. Cement.) weil außerdem der Kalk durch das eindringende Wasser losgeweicht werden, und die Mauer ihre Festigkeit verlieren würde. Eben so müssen die am stärksten gebrannten Ziegel ausgesucht, und auf der äußern Seite der Futtermauern angewendet werden, weil sie dem Verwittern nicht so leicht unterworfen sind, als die nur wenig gebrannten. In Hinsicht des Ortes, wo die Futtermauern anzubringen sind, sehe man auch die Artikel Contrescarpe, Brustwehr und Escarpe.

G.

Gallerien (galeries) sind gemauerte und mit Schießlöchern für das kleine Gewehr versehene Gänge zur Vertheidigung des Festungsgrabens und ähnlicher, eingeschlossener Räume. Sind sie gegen das feindliche Stückfeuer gedeckt, darf man ihren Wänden keine größere Dicke geben, als 1 Fuß; diese Bestimmung hängt jedoch auch mit von der Beschaffenheit der obern Decke ab. Denn ist diese bombenfest gewölbt, erfordert der Druck des Gewölbes auch eine größere Stärke der Widerlage. Diese Galeerien liegen häufig unter der Contrescarpe Fig. 115 Tab. IX. und ihre Wand ist mit Schießlöchern (Creneaux) durchbrochen, um auf den, im Graben befindlichen, Feind feuern zu können. Ihre Vertheidigung ist jedoch nur scheinbar und auf einen plötzlichen Anfall berechnet; denn bei dem förmlichen Angriff kann der Feind nicht eher in den Graben kommen, um die Bresche

Digitized by Google

des Bollwerks und des halben Mondes zu stürmen, bis er die Futtermauern der Contrescarpen eingestürzt oder durchbrochen hat. Man siehet aber leicht, daß er dabei nothwendig auf die Gallerie treffen und sich ihrer bemächtigen wird, ehe der Belagerte Zeit hat, von ihr Gebrauch zu machen. Der Belagerer setzt sich nun in ihr fest, und bedient sich der Schießlöcher mit großem Vortheil zu Unterstützung seines Ueberganges über den Graben.

Noch häufiger findet man die mit Schießlöchern versehenen Gallerien unter der Contrescarpe und in der Kehle der Vorwerke (s. dies Wort), die einzeln außerhalb des bedeckten Weges liegen, und sich daher sehr oft, in Absicht einer kräftigen Vertheidigung selbst überlassen sind. Auch hier leisten sie nicht das, was man sich von ihnen verspricht, und ihr Nutzen stehet mit den hohen Baukosten solcher Anlagen durchaus in keinem Verhältniß.

Am zweckmäßigsten scheint die Anwendung der Vertheidigungsgallerien zu Unterhaltung der Verbindung als Caponieren (w. n. i.), die in der Richtung der Capitale über den Graben laufen. Nicht nur unnütz, sondern schädlich sind sie unter der Krone des Glacis, wo sie dem Feinde allezeit in die Hände fallen und ihm ein treffliches Schutzmittel zu seinen Logementern darbieten. Nicht viel besser sind die Gallerien, welche unter den Bollwerks-Flanken der Horn- und Kronwerke zur Grabendefension angelegt werden, weil dieser wegen der geringen Länge der äußern Polygon nicht von dem Walle bestrichen werden kann. Sie können hier von dem feindlichen Geschütz beschossen werden, und ihr Einsturz ziehet nothwendig den der ganzen Flanke nach sich.

Alle dergleichen Gallerien werden mehrentheils nur 4½ bis 5½ Fuß breit und 6 Fuß hoch gemacht. Saint Paul aber will ihnen, wie den zu Brest erbauten, 7½ Fuß Breite und Höhe geben, weil dann 2 Glieder Infanteristen darin stehen und feuern könnten, und weil bei den vorhin erwähnten Dimensionen das Laden und Feuern nicht ohne einige Beschwerlichkeit geschehen könne. Ist jedoch die Besatzung mit trichterförmigen Zündlöchern und konischen Ladestöcken versehen, läßt sich die Ladung leicht und schnell verrichten, und es ist völlig gleich, ob man der Gallerie die ersteren oder zweiten Dimensionen giebt.

Die Schießlöcher kommen 3 Fuß von einander und 7 Fuß über der Erde, damit der Feind nicht von außen hineinfeuern kann. Inwendig müssen sie jedoch nur 4 Fuß über den Fußboden erhaben und nach den zu beschießenden Punkten gerichtet seyn. Ihre Maaße und Einrichtung finden sich Artik. Schießlöcher. Oben wird über jede 3 Schießlöcher a ein Rauchloch b Fig. 115. durch das Gewölbe herausgeführt, um

den von den Zündpfannen der Gewehre kommenden Rauch aufzunehmen.

Um die Gallerien Fuß für Fuß vertheidigen zu können, werden von Entfernung zu Entfernung in den Seitenwänden Einschnitte angebracht, um Balken einschieben und so die Gallerie gegen den vielleicht eingedrungenen Feind barrikadiren zu können. Man versiehet sie zu demselben Zweck bisweilen mit Queermauern; allein diese verengen den Raum und hindern die Vertheidigung darin. Von den zu dem Gebrauch der Minen bestimmten Gallerien wird weiter unten, Artik. **Minengänge**, gehandelt werden.

Gatterthore bestehen aus einer 2 bis 3 Fuß tief in die Erde gegrabenen Grundschwelle, in welche die beiden 10 Fuß hohen Ständer oder Pfosten verzapfet sind, daß sie 9 bis 10 Fuß im Lichte aus einander stehen. Ein Queerriegel auf dem Horizonte dient zur stärkern Verbindung und als Schwelle der beiden Gatterflügel von Eichenholz, die durch Riegel und schräge Bänder zusammengehalten werden und gut mit Eisen beschlagen sind. Sie laufen unten in einer Pfanne und oben in einem **Krageisen**. In dem einen Flügel wird zugleich gewöhnlich ein kleines Pförtchen angebracht, 3 Fuß breit, 4½ Fuß hoch, um des Nachts die Patrouillen aus- und einlassen zu können.

Wenn es nicht an schicklichem Steinwerk fehlet, läßt man auch wohl die Gatterthore zwischen 2 steinernen Säulen, auf einer ebenfalls steinernen Schwelle laufen. Man bringt sie übrigens an allen Ausgängen der Außenwerke und des bedeckten Weges an; die Ausgänge des Hauptwalles aber, oder die eigentlichen **Thore**, und die Poternen werden mit gewöhnlichen Thorflügeln verschlossen, die gegen das Anzünden und um das Einschrauben der — größtentheils aus dem Gebrauch gekommenen — Petarden zu verhindern, mit starkem Eisenblech beschlagen sind.

Gazonnieren s. **Rasenbekleidung.**

Gebüsche dürfen sich durchaus nicht in der Nähe einer Festung befinden, der eine Belagerung bevorstehet. Sie müssen daher bis auf 1500 Schritt vom Glacis rings herum weggeräumt werden. Alles davon erhaltene Holz wird in die Festung gebracht, um es dort zu Faschinen und Schanzkörben verwenden zu können.

Gegenminen (Contre-mines) sind beinahe das einzige sichere Mittel, die schnellen Fortschritte des Belagerers zu hem-

Digitized by Google

men. Seitdem der Gebrauch des Geschützes sich so sehr vervollkommnet hat, daß in wenig Tagen das Feuer der Festungswerke zum Schweigen gebracht und ihr innerer Raum durch die hineingeworfenen Projectilen unbewohnbar gemacht wird, ist der Belagerte fast nur allein im Stande, durch die zweckmäßige Anlegung der Gegenminen den Fortgang der Laufgräben zu hindern. Nur wenn der Feind befürchten muß: daß sich unter seinen Füßen ein Vulkan eröffnen werde, um ihn und seine Arbeiter zu verschlingen, bleibt ihm kein anderes Mittel übrig, sich zu sichern, als selbst in den Erdboden einzudringen, um hier seinen furchtbaren Gegner aufzusuchen und ihn mit gleichen Waffen zu bekämpfen. Sein Fortschreiten wird dadurch nothwendig langsam und unsicher. Er muß sich unterirdische Gänge bereiten, in denen nur wenig Menschen arbeiten können, und die daher ungleich mehr Zeit erfordern; während selbst der kühnste Freiwillige schon bei dem bloßen Namen der Gegenminen zittert und sich und seine Kameraden in der Luft herum fliegen siehet. Nichts ist daher geschickter, den Angriff einer Festung zu erschweren und ihre Eroberung zu verzögern, als zweckmäßig angelegte Gegenminen, die unter allen Umständen die Vertheidigungsfähigkeit einer Festung erhöhen, ohne — gleich den ältern Minensystemen — einen ungeheuren Aufwand zu erheischen, und dennoch durch den verbesserten unterirdischen Angriff (S. Couronnement.) fast mit einem Schlage in die Hand des Feindes zu fallen.

Als allgemeinen Grundsatz bei Anlegung der Gegenminen setzt Gillot fest: daß die Gallerien sich nicht zu weit unter das Glacis erstrecken dürfen, sondern eben so gut von dem Werke, zu dessen Verstärkung sie dienen, vertheidigt werden müssen, daß demnach ihre Hauptstärke von der Nothwendigkeit abhängt, in welche sich der Belagerer versetzt sieht, langsam und mit Vorsicht unter der Erde vorzugehen, um sich über derselben dem überlegenen und flankirenden Feuer der Festungswerke zu entziehen. Hieraus folgt: daß vorzüglich im Graben, am Fuß und unter den Trümmern der Bresche, alle Hülfsmittel des Minenkrieges aufgeboten werden müssen, den Belagerer aufzuhalten, der sich an diesem so sehr beschränkten Punkte zu einem — nur auf die gewöhnliche langsame Weise zu führenden — Fronteangriffe gezwungen sieht.

Wie bei der Anlegung der Festungswerke, so auch bei dem Entwurf der Gegenminen ist zuvörderst die Art des feindlichen Angriffs festzusetzen, um die Anordnung der Vertheidigungsmittel darauf zu gründen. Nun kann der Feind im allgemeinen entweder mit der flüchtigen Sappe über das Glacis vorgehen und in derselben eine Anzahl Brunnen abteufen; oder er kann eine vierte Parallele von den Capitalen der Bollwerke nach

Digitized by Google

dem vorspringenden Winkel des Ravelins führen, und von hier aus in der Nacht den Waffenplatz dieses hervorspringenden Winkels stürmen. Beides ist nur auf drei verschiedene Arten ausführbar: 1) Indem man aus dem Ende der Vierte Parallele vor und mit einer Sappe CD queer über das Glacis hinwegehet, oder indem man 2) die Sappe AB Fig. 115. gerade nach dem Waffenplatz führet; oder 3) sie außerhalb des letztern nach der Traverse EG laufen läßt. In allen drei Fälle ist man gegen die Spitze des Aussenwerkes H gedeckt. Gegen diese Logementer nun legt Gillot 4 mit der Capitale gleichlaufende Horchgänge (w. n. i.), 60 Fuß von einander, die auf einen Queergang unter dem Waffenplatze stoßen und aus jenem durch 2 gebogene Gallerien mit dem Graben in Verbindung stehen. Beide Flanken der Anlage sind mit Kammern F versehen, die in dem Augenblicke geladen werden, wo der Feind seine vierte Parallele anleget, um sie nach und nach, zu zweien, zu sprengen, wenn er mit der Sappe CD der Capitale zu nahe kommen sollte. Mit der Explosion dieser Kammern werden kleine Ausfälle verbunden, welche über die feindlichen Arbeiter herfallen und geladene Bomben in die vielleicht angefangenen Minenbrunnen werfen, um sie zu zerstören.

Die Horchgänge ee liegen 21 bis 24 Fuß, die von ihnen ausgehenden Rameaux aber nur 9 Fuß unter dem Glacis, um den feindlichen Mineur gleich bei dem Anfange seiner Arbeit behorchen zu können. Der Zweck dieser Minen ist übrigens keinesweges: die feindlichen Logementer in die Luft zu sprengen oder überhaupt große Wirkungen hervorzubringen; sondern blos den Feind durch eine große Menge Quetscher (S. Dampfminen) zu hindern und die Vollendung seiner Brunnen zu verzögern. Die Sappen AB und EG sind eben so der Wirkung dreier Minenkammern ausgesetzt, während deren Spiele man Zeit gewinnt, unter dem Waffenplatze neue Fladderminen anzulegen.

Um den Belagerer zu hindern, die Waffenplätze der eingehenden Winkel ruhig zu couroniren und die Minenanlage unter dem bedeckten Wege vor dem Bollwerke M zu umgehen, sind jene mit 3 Horchgängen xyz versehen worden.

Unter dem Graben und Wallgange der Werke (Fig. 115. und 116.) ist die vorderste Reihe Minenkammern hh bestimmt, den Fuß der Bresche zu sprengen und die letztere steiler zu machen. Sie kann nach Beschaffenheit der Umstände einzeln oder zu zweien springen. Eine zweite Reihe Kammern unter dem Wallgange des Ravelins soll die feindlichen Logementer zerstören, und die ihm zur Errichtung der Breschebatterien gegen das Reduit nöthige Erde rauben. Zu den Rameaux dieser Kammern führt ein, längs der Contrescarpe des Reduits hinlaufender

Digitized by Google

Gang; und eine, der vorhergehenden ähnliche, Einrichtung U, m m vertheidigt das Reduit, dessen Inneres ein weites, von mehreren Gängen umschlossenes Gewölbe enthält, das zu dem wiederholten Sprengen dieses Raumes Gelegenheit giebt.

Der Lauf der Minengänge unter den Bollwerken ändert sich, obgleich im Ganzen dem Ravelin ähnlich, durch die Beschaffenheit der Abschnitte ab. Wird dieser nach Cormontaigné durch einen Kavalier gebildet, bedarf es bloß einer Gallerie n n an der Contrescarpe, zu der man durch zwei Gänge o. o. kommt, und aus der man nachher die nöthigen Rameaux zu 2 Reihen Minenkammern vortreibet. Am Fuße des Kavaliers bedarf es keiner Minenanlage, weil die Vertheidigung mit Errichtung der Breschbatterien gegen den Kavalier ein Ende hat.

Bestehet aber der Abschnitt des Bollwerks aus einer Zange, so kommt die Gallerie unter den Wallgang q p p und q r, um die Breschbatterien gegen den Abschnitt in die Luft zu sprengen. In dem Falle eines zweiten Abschnittes müßte auch ein Minengang unter der Escarpe des ersten liegen s s, zur Verbindung der Horchgänge r r vermittelst der Gallerie s y, um Minen am Fuße des ersten Abschnitts anlegen zu können. Andere abgesonderte Gänge y t sind bestimmt, die Festsetzung des Feindes im ersten Abschnitte zu hindern.

Dieses Minensystem empfiehlt sich durch seine große Einfachheit und durch die daraus entspringende Verringerung des immer bedeutenden Aufwandes, welchen die Anlegung und Unterhaltung der vielen gewölbten Gänge erfordert. Bei weitem der größere Theil aller andern frühern Minensysteme wird durch diesen Aufwand (der bloß bei einer Lünette in Metz gegen 180,000 Thlr. betrug), und durch die ungeheure Pulvermenge, welche sein Gebrauch während der Belagerung erfordert, unausführbar. Es wird daher hinreichend seyn, die von andern vorgeschlagenen Einrichtungen der Gegenminen im Allgemeinen darzustellen, nachdem vorher einige Regeln in Hinsicht ihrer Anlegung überhaupt gegeben worden sind.

1) Obgleich Rugy es für vortheilhaft hält, mit den Horchgängen der Gegenminen in der Verlängerung der Façen bis unter die zweite Parallele vorzugehen, haben sich doch alle andere, wie Valliere, Goulon, Delorme, Belidor mit Recht auf die Breite des Glacis beschränkt. Denn, nächst dem, daß die so weit in das Feld getriebenen Gallerien ungeheure Summen kosten würden, könnte der Feind, wenn sie nicht durch andere, eben so kostbare Anlagen unterstützt werden, schnell mit der flüchtigen Sappe über sie hingehen, die erste Reihe Minenkammern abschneiden, und die auf sie gewendeten Kosten unnütz machen.

2) Die Einfassungs-Gallerien (S. dies Wort) die

nen durchaus nicht zu Verstärkung der Minenvertheidigung; sie bieten den überladenen Minen des Feindes ihre Seitenfläche dar, und werden auf eine um so größere Strecke von ihnen zerstöret; auch können sie von der vierten Parallele aus durch abgesenkte Brunnen leicht von dem Feinde eingedrückt werden. Sie gewähren daher keine Vortheile, und die Baukosten sind bei ihnen verloren.

3) Um die Spitze der feindlichen Sappen auf den Capitalen des Glacis zu zerstören, kann man entweder die Horchgänge unter die Capitalen selbst legen oder auch sie außerhalb der Kammern parallel mit jenen laufen lassen. In dem letztern Falle gewähren sie den wesentlichen Vortheil eines durchaus freien Luftzuges, weil hier die Gallerien mehrere Ausgänge nach dem Graben haben. Man kann sie daher auch nach Willkühr verlängern, und den unterirdischen Krieg beginnen, sobald man es für gut findet; zugleich können sie so weit von der Capitale abliegen, als es nur die Anlage dreier Stockwerke Minenkammern erfordert. Endlich bleibt man bei dem Springen der Minen immer Meister der Gallerie, in der der Rauch durch den scharfen Luftzug bald vertrieben wird. Ein Nachtheil ist jedoch im Stande, alle jene Vortheile zu vernichten! Der, daß bei dieser Anlage die Horchgänge sich außerhalb der zugehörigen Minenkammern befinden und daher dem Angriffe des feindlichen Minirers blos gestellet sind. Er mag nun ihre Richtung kennen oder nicht, er wird sich wohl hüten, zwischen die Horchgänge hinein zu gehen; er wird vielmehr über ihnen eine doppelte Sappe vortreiben, um sie durch seine Minirer zerstören zu lassen. Dieses zu thun kann ihn aber Nichts hindern, weil entweder das Geschütz der Festung schon durch die Rikoschetbatterien vernichtet ist, oder weil man in einem andern Falle mit einer doppelten und tief genug geführten Sappe dennoch weit weniger zu fürchten hat, wenn man sich 40 bis 50 Fuß von der Capitale entfernt, als wenn man den unterminirten Raum durchläuft. Liegen die Horchgänge unmittelbar unter der Capitale, haben sie zwar den Nachtheil, daß man nie einen freien Luftzug in dieser Gallerie hervorbringen kann, sondern sich zu Vertreibung des Rauches jederzeit des Ventilators bedienen muß. Man ist aber deshalb auch nicht im Stande, den unterirdischen Angriff über 200 bis 250 Schritt vor dem ausspringenden Winkel anzufangen, und kann eben wegen dieser geringen Entfernung nie mehr als eine oder höchstens zwei Anlagen von Minenkammern machen. Allein, diese Gallerien haben den großen Vortheil, daß der Feind ihnen auf keine Weise zu nahe kommen kann, ohne der Wirkung der vor ihnen liegenden Minenkammern ausgesetzt zu seyn. Die Lage der Gallerie unter der Capitale ist daher der erstern weit vorzuziehen, und wollte man

eine

eine weiter vorspringende Minenanlage haben — zu deren jeder, unter allen Umständen, ein besonderer Verbindungsgang führen muß — wegen der man zwei besondere Gallerien aus dem Graben vortreiben müßte; kann man sie ganz nahe zusammen rükken, ja sie sogar auf einer gemeinschaftlichen Widerlage wölben. Sie würden in diesem Falle einen freien Zug bekommen, und alle Vortheile der parallelen Gallerien besitzen, ohne ihren Nachtheilen unterworfen zu seyn.

4) Bei allen Nachtheilen der Gallerien an der Contrescarpe ist dies doch der einzige Ort, von wo man ungehindert ausgehen kann, um die Breschbatterien auf dem Glacis oder im bedeckten Wege zu zerstören. (S. Erdgarbe.) Denn liegt sie weiter vorwärts: unter dem Wallgange, oder unter dem Auftritte des bedeckten Weges; gestattet sie wegen ihrer Nähe an dem zu sprengenden Punkte keine weitläuftige Anlage der Minenkammern. Und bemächtiget sich auch der Feind ihrer, geschiehet dies dennoch nicht eher, als bis sie für den Belagerten von keinem Nutzen mehr ist. Weit vortheilhafter würden jedoch die Baukosten dieser Gallerie auf eine Defensivkasematte in den Façen gewendet, aus der man die Anlegung der fürchterlichen Breschbatterien weit besser und kräftiger hindern kann, und die zulezt noch immer als Minengänge dienen, um die Trümmer der Bresche in die Luft zu sprengen.

5) Da man bei dem wirklichen Ausbruche eines Krieges und einer bevorstehenden Belagerung nur selten Zeit und Mittel hat: Minenanlagen auszuführen; muß dies immer in Absicht der Haupt- und Verbindungsgänge entweder gleich bei Erbauung der Festung, oder wenigstens während des Friedens geschehen. Die kleineren (sogenannten halben Gallerien) und Rameaux können zwar, um ihre Richtung besser zu verheimlichen, erst bei Anfang des Krieges getrieben werden; jedoch auch dies muß zu einer Zeit geschehen, wo der Feind noch nicht in der Nähe ist. Wollte man mit dieser Arbeit so lange anstehen, bis er wirklich die Belagerung begonnen hat, wird sein Minirer entweder zeitig genug seine Gallerie anfangen, und die Minenanlagen der Festung durch seine Ueberladene Minen zerstören, oder er wird mit den Spitzen seiner Sappe schneller vorgehen, als man unter der Erde fertig werden kann, so daß die hinter ihm springende Mine nun eine weit geringere Wirkung thut, als wenn diese letztere vor seiner Fronte erfolget. Man ist endlich nicht im Stande: seine Minenvertheidigung nach einem festen Entwurf zu führen. Durch die Arbeiten des Feindes gedrängt, oft irre geleitet, geschiehet diese Vertheidigung stückweise, und bei weitem nicht mit dem Erfolg, als wenn man den ankommenden Feind festen Fußes erwartet, jeden seiner un-

sichern Schritte belauert, und ihm zuvorkommt oder ihn überrascht. —

Die Gegenminen der frühern Zeit beschränkten sich darauf: dem Belagerer unter der Futtermauer entgegen zu gehen und ihn in seiner Gallerie selbst anzugreifen. Man zog zu dem Ende eine Einfassungsgallerie rings um die Festung: anfangs in der Futtermauer selbst, späterhin aber hinter derselben, queer durch die Strebepfeiler oder auch wohl noch weiter rückwärts. Weil jedoch bei dieser Anlage der Belagerte allezeit genöthiget war: ruhig die Ankunft des feindlichen Minirers zu erwarten; fing man endlich an, Minengänge unter das Glacis zu legen, aus denen man seitwärts einige Horchgänge abtrieb, die man nachher durch eine Gallerie an der Contrescarpe verband, um sich der Anlegung der Breschbatterien von hier aus entgegen setzen zu können.

Goulon scheint die Anlegung der Gegenminen zuerst in ein System gebracht zu haben, das aus 3 Einfassungsgallerien bestehet: eine dicht hinter der Futtermauer des Hauptwalles, die zweite unter dem Graben, und die dritte unter dem bedeckten Wege. Sie werden durch Zwischengallerien verbunden und aus der letztern gehen mehrere Horchgänge vor bis an den Fuß des Glacis.

Auch Megrigny gründet seine Minenanlage auf 3 Einfassungsgallerien: eine unter dem Glacis, eine zweite an der Futtermauer der Contrescarpe, und die dritte unter dem Hauptwalle, hinter der in dem vollen Bollwerke noch ein zweiter und dritter Hauptgang herumgehet. Fig. 116. Tab. X. Eine große Anzahl Horchgänge laufen unter der Capitale und unter den Einschnitten des bedeckten Weges bis auf 200 Fuß vor, und dienen zu Anlegung mehrerer Systeme in Minenkammern, um die feindlichen Arbeiten zu zerstören. Nach diesem Systeme sind die Gegenminen der Citadelle von Tournay angelegt, zu denen man durch Einfahrten unter dem Hauptwalle und durch, in der Kehle der Raveline angebrachte Thore gelangt. Wahrscheinlich ist auch die Anlage der Minen unter den vorliegenden Werken von Lurenburg und Mastricht dieser ähnlich, die den Vortheil bezweckt: durch die stärkere Vertheidigung des bedeckten Weges vor dem Bollwerke den Feind zum besondern Angriff der Raveline zu nöthigen, deren Inneres durchaus mit Gegenminen angefüllet ist.

Noch weiter in das Feld, und über die Breite des Glacis hinaus erstreckten sich die von Delorme angegebenen Minengänge, wie sie zum Theil unter dem Glacis der Lünette vor dem linken Flügel des doppelten Kronwerkes zu Metz ausgeführet sind. Fig. 117. Ein Theil dieser Gänge ist mit den Linien des bedeckten Weges gleichlaufend, und wird von andern

Digitized by Google

rechtwinklich durchschnitten, daß viereckige Räume entstehen, von denen diese Anlagen den Namen der Systèmes à Cases bekamen. Wirklich sind diese Räume sehr vortheilhaft, dem Feinde tausend Hindernisse zu bereiten, wenn er sich vermittelst der Globes de Compression einen Weg bahnen will. Allein sie erfordern eine fast ungeheure Länge, und können, wegen des dadurch verursachten Aufwandes, nur selten angewendet werden; während die neuern Fortschritte der Minirkunst dem Belagerer Gelegenheit geben, durch Unterlassung der Verdämmung diese ganze weitläuftige Anlage schnell genug zu vernichten. (S. Minenkrieg.) Wollte er sie hingegen auf die gewöhnliche Art durch stark geladene Minen angreifen, würde er vielleicht genöthiget seyn: sich 40 bis 50 Tage damit aufzuhalten, wie auch schon Bousmard bemerkt hat.

Eben so wie Delorme legt auch Cormontaigne eine doppelte Einfassungsgallerie vor die Contrescarpe, deren hintere unter dem Auftritt des bedeckten Weges nur 1 Fuß tiefer als die Grabensohle liegt, damit der feindliche Minirer über sie hinweggehet, wenn er den Gang zu dem Nebengange über dem Graben absenket. Die Verbindungsgänge e e Fig. 118. liegen hier nicht unter der Capitale, sondern neben derselben, und aus der äußern Einfassungsgallerie sind häufige Horchgänge in das Feld hinausgetrieben.

Um sich der Anlegung der Breschbatterien mit mehr Nachdruck entgegen setzen zu können, hat Valière der Aeltere zuerst die Gegenminen in drei Stockwerke geordnet (S. dieses Wort) und glaubt dadurch Einen und ebendenselben Punkt bis auf zehn- und mehreremale in die Luft sprengen zu können. Dieses System gründet sich ebenfalls auf 3 Einfassungsgallerieen: 1) unter dem bedeckten Wege; 2) unter dem Glacis, und 3) vorwärts desselben.

Rugy, unter dessen Leitung zu Anfang der Revolution die Minirschule zu Verdun stand, hat hier ein anderes Minensystem ausführen lassen, das sich besonders durch zwei Eigenheiten auszeichnet: die starke Anlage zu Vertheidigung des vorgehenden Winkels des bedeckten Weges, die ihr Erfinder eine Girandole nennt, Fig. 119; und dann die bis unter die Ricoschetbatterieen in das Feld hinaus getriebenen Gallerieen. Außer den großen Baukosten, welche dieses weitläuftige Minengewebe erfordert, ist nicht wohl abzusehen: durch welche Mittel man den so langen Horchgängen frische Luft zu verschaffen im Stande ist? Eben so wie viele Kriegsbaumeister nur durch eine zahllose Menge vor und neben einander liegender Außenwerke und auf einander gethürmter Batterieen ihren Festungen eine besondere Stärke zu geben glauben, haben auch die Urheber der verschiedenen Minensysteme gewöhnlich weder auf die ungeheure Au-

Digitized by Google

heit und den Aufwand Rücksicht genommen, welche die Anlegung derselben erfordert, noch auch bedacht: daß sich nur äußerst selten in einer Festung die zum wirklichen Gebrauch der Gegenminen nöthige Pulvermenge finden wird. Schon Cormontaigne macht selbst diese Bemerkung: daß ein Polygon nebst den beiden nebenliegenden (wie das Kronwerk zu Metz) eine Anlage von 400 Minenkammern enthalte, und bei 25 Fuß kürzester Widerstandslinie 600,000 Pfund Pulver, so wie zu Aufführung der Arbeiten über 400 Minirer und 1200 Handlanger erfordern würde. Hieraus folgt: daß man bei dem Entwurf zu den Gegenminen allezeit die vorhandene Pulvermenge zum Grunde legen muß, um nicht Geld und Arbeit vergebens zu verschwenden. Befänden sich nun in einem Sechseck 4500 Ctnr. Pulver, wovon man den dritten Theil, oder 1500 Ctnr., für den Gebrauch der Minen bestimmen kann, so wird man sich mit dem erwähnten Verf. auf eine dreifache Reihe Minen beschränken müssen, deren oberer Theil bloß aus eingegrabenen Bomben und kleinen Fladderminen bestehet. Wenn man die Zahl und Ladung der zu dieser Anlage gehörenden Minen berechnet, findet man

für 46 Minen der ersten Reihe von 30 Fuß kürzester Widerstandslinie zu 2700 Pfund	124200 Pfund,
für die 92 Minen der zweiten Reihe von 15 Fuß k. W. L. zu 300 Pfund jede	27000 —
	151200 Pfund.

Wo demnach schon für die Fladderminen der dritten Reihe unter der vorerwähnten Annahme Nichts bleibet.

Mouzé, so sehr viele Vortheile auch seine Minenanlage darbietet, ist ebenfalls an dieser Klippe gescheitert, wie sich bei näherer Beleuchtung derselben sogleich zeiget.

Von dem richtigen Erfahrungssatz ausgehend: daß die Globes de Compression den Gallerien nur wenig Schaden zufügen, die in gerader Richtung auf sie zulaufen, führet er seine Horchgänge sowohl als die Rameaux auf diese Weise von der dichte an der Contrescarpe liegenden Einfassungsgallerie vor. Fig. 120. Tab. XI. Vor jeder Queergallerie ef und gh, wo die letztere 60 Fuß vor dem ausspringenden Winkel liegt, und gegen 240 Fuß lang ist, befindet sich eine dreifache Reihe Kammern, um den aus seiner dritten Parallele vorgehenden Feind zu empfangen. Die erste Reihe liegt 10 Fuß, die zweite 14 Fuß und die dritte 18 Fuß tief, und jede ist so geordnet, daß sie die Gallerien ef und gh sowohl, als die zu denselben führenden Horchgänge zerstören.

In den Gallerien ef und gh sind Brunnen abgeteufet, p. 6 Fuß tief und 25 Fuß mit ihrer Mitte auseinander. Aus

ihnen gehen, mit der Capitale gleich laufende, Horchgänge vor, die sich noch 30 und mehr Fuß vor die äußersten Minenkammern erstrecken, damit nicht der Feind vielleicht in seiner dritten Parallele einen 15 Fuß tiefen Brunnen absenket, und dann fallend mit einem Rameau noch 12 Fuß tiefer gehet, wodurch er eben so tief unter die erste Gegenmine kommen und durch seine Druckkugel ohnfehlbar die ganze Anlage vernichten würde.

Es ist klar: daß dem Feinde durch eine so verständige Stellung der Horchgänge und Rameaux die Möglichkeit geraubt wird, unter sie zu gelangen, und das ganze System anders, als von vorne an zu greifen. Da überdem die Horchgänge um 25 Fuß aus einander liegen, wird der feindliche Minirer sogleich gehöret, und der Belagerte kann ihm überall mit einem Quetscher (Camonflet) entgegengehen, und seine Arbeit dreimal hinter einander zerstören. Unter den Stellen der feindlichen Breschbatterieen und Logementer befinden sich zwei neue Reihen Minenkammern; andere liegen am Fuß der Bresche und in dem Innern der Werke, um dem Feinde nirgends auch nur Einen Schritt breit Raum zu lassen, der nicht durchaus umgestürzt und von Pulverdampf durchdrungen und verpestet wäre.

Der General Marescot setzt bei seiner Minenanlage fest: „daß die Gegenminen sich so weit als möglich in das Feld hinaus erstrecken und mit ihren zahlreichen Aesten das ganze Terrain des Angriffes einnehmen, um den Belagerer schon von weitem zu bekämpfen, länger aufzuhalten und jeden seiner Schritte, sowohl über als unter der Erde, zu hindern; daß ferner keine Gallerie mit den Umrissen der Festung gleichlaufend sey, um nicht so leicht von den feindlichen Minen eingedrückt zu werden, wenn sie ihnen die Flanke darbietet, vielmehr sollen alle Gegenminen gerade vorwärts und in von den Festungswerken der Länge nach bestrichenen Richtungen auslaufen, und zugleich durch letztere in allen Gallerien ein völlig freier Luftzug statt finden."

Indem er annimmt: daß die Festung Futtermauern mit überwölbten Strebepfeilern hat, entbehrt M. die Einfassungsgallerien, weil seine Horchgänge in die erwähnte Kasematte E. Fig. 121. ausgehn. Sie erstrecken sich bis auf 120 Fuß vor dem Fuß des Glacis, und haben alle ihre Richtung nach dem vorspringenden Winkel des Werkes AG. Ihre Entfernung beträgt vorne 60 Fuß; in gleicher Entfernung rückwärts theilen sie sich in die Verbindungsgänge BC, so daß die Verlängerung derselben auf das dahinter liegende Werk trifft und sie bei C und D sehr spitze Winkel bilden.

Das Gewebe T vor der Bollwerksspitze beruhet auf denselben Grundsätzen, wie die Anlage X vor dem Ravelin. Andere kleinere Anlagen V und Y sind zu Verbindung des Hauptgewe-

Digitized by Google

des bestimmt, um im Nothfall mit geringer Mühe eine allgemeine Verbindung zu bewirken. Ein auf diese Weise minirtes Polygon wird ungefähr 6000 bis 7000 Fuß Gallerien erfordern, das im Vergleich mit dem vorher beschriebenen ältern Minensystemen sehr wenig ist. Die Kammern werden 30 Fuß von einander in gleichlaufenden Reihen, auf die Linien AB und CD geleget. Man kommt zu ihnen durch Rameaur, die von verschiedenen Hauptgängen auslaufen, wie die Rameaur e f und g f. Jene gehen aus den Kasematten sanft abwärts, bis auf 30 oder 36 Fuß unter die Erdfläche, je nachdem es die mehr oder weniger trockene Beschaffenheit des Erdbodens erlaubt, und es durch die Hauptanlage des Minensystems gefordert wird. Sowohl um sich in den Gallerien barrikadiren zu können, als zu Beförderung des Verdämmens, sind Einschnitte in den Seitenwänden angebracht, mit denen man in Hinsicht der Vertheidigung noch 7 bis 9 tiefe Brunnen verbinden kann, die so lange mit Dielen bedeckt bleiben, bis man ihrer nöthig hat.

Bei allen diesen Anlagen von Gegenminen ist ein dazu schickliches, trockenes Terrain vorausgesetzt worden, in welchem man bis auf 30 Fuß tief ungehindert seine Minengänge treiben kann. Hier hat der Belagerer und der Belagerte gleichen Vortheil; könnte aber der letztere seine Gallerien durch einen von Wasser durchdrungenen Boden führen, würde ihm nothwendig der Belagerer hier nicht folgen können, weil es ihm an Mitteln fehlt, seine Brunnen und Gänge von dem eindringenden Wasser zu befreien. Herr Dubuat, ein französischer Ingenieur, hat ein Mittel zu einer solchen Minenvertheidigung vorgeschlagen, das, die allerdings bedeutenden Bankosten abgerechnet, zu sinnreich ist, um ganz der Vergessenheit geweihet zu werden. Wenn auch jene Kosten seine Anwendung im Großen verbieten, würde es doch mit einigen Modificationen zur Vertheidigung der Contrescarpe und der Bresche bei einem Wassergraben brauchbar seyn; würde den Feind nicht wenig überraschen, wenn er in dem Wasser selbst seine Faschinendämme und Uebergangsmittel durch das unterirdische Feuer vernichtet sähe. Eine so ganz ungewöhnliche Vertheidigungsart würde auch eine neue Angriffsweise fordern, und der für den Feind daraus entstehende Zeitverlust würde den Aufwand der wasserdicht gemauerten Minengänge unbezweifelt aufwiegen. Nach Dubuat's Vorschlag jedoch unter diesen Umständen die Horchgänge bis auf 400 Schritt in das Feld vorzutreiben, ist durchaus unausführbar; um so mehr, als man dadurch dem Feinde Gelegenheit gäbe, die Minenanlage früh genug zu entdecken und vermittelst der Angriffsminen ohne Verdämmung zu zerstören.

Die ganze Anlage beruhet auf der Möglichkeit: in einem Boden, wo man bei 10 bis 16 Fuß Tiefe auf den Wasserhori-

Digitized by Google

zont trifft, seine Minengänge so tief zu führen, daß der obere Theil dieses Gewölbes noch 2 Fuß unter dem Wasser liegt. Dubuat leget zu dem Ende die Sohle seiner Gallerie auf einen Fußboden von eichenen Dielen ee, 10 Zoll stark, dem 2 Balken dd von 12 Zoll ins Gevierte zur Unterlage dienen. Die Sohle selbst bestehet aus 3 Ziegeln über einander, und eben so stark sind die Widerlagen, nur daß hier die Ziegel der Länge nach genommen werden. Alles wird mit gutem Cementmörtel gemauert, und sobald der Wasserhorizont nicht zu tief unter der Erdoberfläche ist, werden die Gänge von oben herein gemauert, weil dadurch die Arbeit, vorzüglich das Ausschöpfen des Wassers, weniger Schwierigkeiten macht. Tab. XI. Fig. 122.

Von 60 zu 60 Fuß laufen von den Hauptgängen A die Rameaux B ab, die sich mit einem senkrecht bis über den Wasserspiegel des Grabens steigenden Schacht O endigen. Dieser ist mit einem Gewölbe bedeckt, das 2 Fuß über dem Wasserspiegel 4 Ausgänge hat, damit von hier aus der Minirer in einer verschiedenen Richtung vorgehen und seine Kammern überall hin legen kann, wo es die Umstände erheischen. Weil jedoch dieser Schacht der Oberfläche der Erde nahe lieget und daher von den feindlichen Minirern aufgefunden werden kann, so sind kleine Kammern F zu 50 bis 60 Pfund Pulver darin angebracht, um ihn zu seiner Zeit vernichten zu können, nachdem man die weiter zurück liegende Gallerie mit Holz und Mist verdammet hat. Das sich mit Heftigkeit in den gesprengten Rameau stürzende Wasser wird ihn sogleich erfüllen und den Feind hindern, sich seiner zu bedienen. Jeder laufende Mètre (3,079 Fuß) der 18 Fuß tief liegenden Gallerie, erfordert eine Ausgrabung von 2627 Würfelfuß; 193,5 Würfelfuß wasserdichtes Mauerwerk und 291 Würfelfuß Eichenholz.

Bei allen Minenanlagen ist übrigens darauf zu sehen: daß 1) ein durch sie verstärktes Werk nicht vielleicht mit einem raschen Anfall genommen und dadurch die ganze Anlage unnütz gemacht werden kann; 2) muß es genugsame Widerstandsfähigkeit besitzen, damit man Zeit hat, die Zurüstung der Kammern zu vollenden, ehe der Feind bis in den Wirkungskreis derselben gelangen kann; 3) darf es in der Festung nicht an den Erfordernissen zum Gebrauche der Gegenminen fehlen, an Pulver, Holz, Minirgeräthe u. s. w. 4) Man kann demnach im Allgemeinen die Gegenminen nur dann anwenden, wenn bei einer Festung die Seite des Angriffes bestimmt ist; weil es unmöglich seyn würde, mehr als höchstens 3 Polygone damit zu versehen. Sie aber erst nach Eröffnung der Transcheen anzulegen, die Rameaux zu treiben u. s. w., ist aus Mangel an Zeit nicht möglich. Was nun den Bau der Gegenminen selbst anlanget, sehe man Abteufen, Ausmauern und Minengänge.

Digitized by Google

Gekuppelte Kanonen (pièces accolées) nennt der bekannte Marq. v. Montalembert die Einrichtung: wo die Direktionslinien zweier Scharten nur 12 Fuß aus einander liegen, so daß jedes Paar Kanonen auf diese Weise durch eine Traverse gedeckt werden kann. Fig. 123. Tab. XII. Allein, nur die von M. angegebene Einrichtung der Wall- und Kasemattenlaffeten erlaubt die Anwendung der gekuppelten Kanonen; bei andern breitern Laffetten würden sie zu nahe zusammen kommen.

Gemeinschaft S. Verbindung der Werke.

Génie S. Ingenieur.

Genouillère die Brüstung der Schießscharten, oder die Höhe von der Erde bis an die Sohle der Scharten, welche gewöhnlich zu 3 bis 4 Fuß angenommen wird, nach Verschiedenheit des Kalibers der Geschütze und der Höhe der Laffete.

Gerbe de terre S. Erdgarbe.

Gesichtslinie S. Face.

Geschütz (l'artillerie) ist anerkannt das vornehmste und wirksamste Vertheidigungsmittel der Festungen. Nur durch seinen zweckmäßigen Gebrauch werden die Vorschritte des Feindes gehindert und vielleicht manche seiner Unternehmungen vereitelt. Es ist daher eine unerläßliche Bedingung eines jeden Vertheidigungsentwurfes: die Festung mit einer hinreichenden, der Größe, Lage und Einrichtung der Werke angemessenen Menge Geschütz, nebst zugehöriger Munition zu versorgen. (Man sehe hierüber Artik. Ausrüstung im ersten Theile.)

Es kommt vorzüglich auf den zweckmäßigen Gebrauch des Geschützes gegen alle die verschiedenen Punkte und Stellungen an, welche der Feind im Laufe der Belagerung nach und nach zu nehmen genöthiget ist; diese Punkte aber sind die Parallelen und ersten Batterien, die Spitzen der Sappen, die Laufgräbenkatzen, die Logementer im bedeckten Wege, die Breschbatterien, der Uebergang über den Graben und die Bresche. Gegen sie muß der Belagerte die ganze Kraft seines Feuers wenden, um die Belagerer auf jedem derselben länger fest zu halten, als sie bei einem schwächeren Widerstande sich daselbst verweilen würden.

Wäre es möglich: den Feind wesentlich an der Eröffnung der Laufgräben und an dem Bau der Rikoschetbatterien zu hindern, würde dadurch für die längere Dauer des Widerstandes sehr viel gethan. Auf diese Entfernung aber — die nie unter 800, und wohl öfters über 2000 Schritt beträgt — sind die Schüsse

Digitized by Google

zu ungewiß, um einigen Erfolg von ihnen erwarten zu dürfen. Ja, die Ungewißheit der Schüsse ist noch bei der zweiten Parallele merklich, und nur erst gegen die folgenden Sappenarbeiten, die dritte Parallele, und die Breschbatterie läßt sich das Festungsgeschütz mit gehöriger Wirksamkeit gebrauchen. Auf diesen, in der Natur der Sache selbst gegründeten Satz, muß die Aufstellung und die Bedienung des Geschützes beruhen, wenn man seine Munition nicht vergebens verschießen, und sich vielleicht in der letzten Periode der Belagerung, als dem entscheidenden Momente, außer Vertheidigungsstand sehen will.

Selbst neuere Schriftsteller wollen zwar durch die auf den Bankbatterien oder Barbetten stehenden Kanonen die Rekognoszirenden entfernen und die Eröffnung der ersten Parallele hindern. Allein, das erstere ist reine Munitionsverschwendung, und das andere läßt sich nur bedingungsweise und zum Theil ausführen. Gezogene Wallbüchsen, die eine Schußweite von 600 bis 800 Schritt haben, sind in der Hand eines geübten Schützen dem Rekognoszirenden weit gefährlicher, als der Kanonenschuß, von dem ein Einzelner nie, oder nur durch ein Ohngefähr getroffen werden kann. Ist man jedoch so glücklich: den Moment der Eröffnung der Transchee zu erspähen; wird ein lebhaftes Feuer mit großen Kartetschen oder Trauben von 1pfündigen Kugeln die Arbeit des Belagerers zwar allerdings erschweren, ihm vielleicht einigen Verlust verursachen, doch die Vollendung der Parallele nie ganz hindern können. Sobald aber die Parallele fertig ist, hat auch die Anlegung der Rikoschetbatterieen nur wenig Schwierigkeit, und die erklärte Ueberlegenheit des Belagerers über den Belagerten tritt ein. Von allen Seiten durch die Schleuderschüsse getroffen, die mit verschiedenen Ladungen und mit verschiedenen Elevationen nach einer und derselben Befestigungslinie geschehen (s. Rikoschetschuß), wird in kurzem beinahe alles Geschütz der Festung zertrümmert seyn, und nur noch einzeln, dem Feinde nicht sehr schädliche Schüsse thun können. Durch die Erfahrung der neueren und neuesten Kriege bestätiget, ist dennoch diese Wahrheit bis jetzt nur von wenigen Ingenieuren beachtet worden; man ist immer noch den Barbetten geneigt, ja man hat sogar im Kriege 1757 in einer Festung alle Schartenzeilen (Merlons) hinweg genommen, um sie vertheidigungsfähiger zu machen. (Virgin Defense des places, p. 43.) Es giebt nur Ein Mittel: diese Gefahr abzuwenden, die dem Geschütz der Festung drohet: Defensivkasematten oder provisorische Bedachungen. (S. diese Worte.) Man hat zwar im Allgemeinen das große Wirkungsfeld der ohne Schießscharten, blos auf Bankbatterieen stehenden Kanonen für sie angeführt; während aber diese freie Umsicht auf große Entfernung einige ungewisse Schüsse zu thun verstattet, stellt sie dagegen

Digitized by Google

das Geschütz und seine Bedienung dem — jetzt überlegenen — feindlichen Feuer blos, und raubt dem Belagerten den Gebrauch dieses wirksamen Vertheidigungsmittels. Man wird in den meisten Fällen durch die Lage der Kanonen der Werke auch die Stellung der feindlichen Rikoschetbatterie voraus bestimmen, und dem zufolge den Schießscharten der bedeckten Geschützstände die gehörige Richtung geben können. So dient z. B. jede Façe eines Bollwerkes als Contrebatterie der gegen die andere Façe gerichteten feindlichen Rikoschetbatterie, und man kann sie in Zeiten mit, durch gut gebauete und feste Merlons gedeckte, Schießscharten versehen. Wäre es jedoch in einem unebenen Terrain nicht möglich: die Punkte der feindlichen ersten Batterie mit Gewißheit voraus zu sehn, und hielte man es deshalb für nothwendig: sich dennoch der Bankbatterien zu bedienen; kann man nach Virgins Vorschlag 24 Fuß im Lichten voneinander, längs der Brustwehr so viele 3 oder 4 Fuß hohe Bänke aufführen, als man Kanonen aufstellen will, die vorn 8 Fuß, hinten aber wegen der Seitenrichtung 14 Fuß breit und — nach Verhältniß der Breite des Wallganges und der Länge der Lafeten — 16 bis 20 Fuß lang sind. Ist alsdann die Richtung der Schießscharten durch die Stellung der feindlichen Batterie bestimmt, werden sie zwischen den Bänken eingeschnitten, und die letztern zu Traversen erhöhet, wo sie zugleich gute Gelegenheit darbieten: durch queer herüber gelegte Hölzer und darauf geschüttete Erde das Geschütz gegen die Bomben und Granaten zu sichern.

Ein nicht minder wichtiger Zeitpunkt, als die Eröffnung der Laufgräben ist der, wo der Feind sein Geschütz über das Feld nach den Batterien der ersten und zweiten Parallele bringen läßt. Der Weg, welchen er dabei nehmen muß, hängt von der Beschaffenheit des Terrains ab, und kann den Belagerten nicht unbekannt seyn. Es kommt demnach blos darauf an: durch bestimmte Feuerzeichen, von vertrauten Leuten aus der umliegenden Gegend gegeben, den Zeitpunkt des Abmarsches dieser Artillerie aus dem Park zu erfahren, und das ganze Terrain mit einem Hagel von Rollschüssen und Granaten zu überschütten. In diesem Augenblicke darf man keine Munition sparen und man wird um so seltener seines Entzweckes verfehlen, als der Belagerer gewöhnlich wenig Vorsicht anwendet, jenen Marsch zu verbergen. Wäre es daher auch selbst unmöglich: sich jene Nachricht zu verschaffen, wird doch der bei einem solchen Transport unvermeidliche Lermen der Wagen, Pferde und Knechte, ihn bei einiger Aufmerksamkeit der Besatzung denselben unfehlbar verrathen, und ihr, die schon im voraus darauf vorbereitet ist, Gelegenheit geben, ihn durch ihr Feuer zu erschweren, oder auch vielleicht durch einen Ausfall von Kavallerie und leichter Infanterie — die die Laufgräben zu umgehen sucht — für diese Nacht zu

Digitized by Google

hindern. Diesem Gebrauch des Geschützes ist die niedrige, enfilirende Lage der Werke günstig; gegen die einmal fertige erste Batterie aber vermag das tief stehende Geschütz Nichts; es kann nur in so fern wirksam seyn, als es die feindliche Geschützstände überhöhet. Die ältern Kriegsbaumeister legten einen großen Werth auf dieses Ueberhöhen des vorliegenden Feldes, und führten deshalb öfters thurmähnliche Werke auf. Man ist späterhin davon abgegangen, um seine Wälle der feindlichen Geschützwirkung zu entziehen, ohne sich jedoch gegen die — gerade bei dieser niederen Lage desto gefährlichern Schleuderschüsse zu sichern. Dennoch läßt sich die Nothwendigkeit hoher Geschützstände gegen die mehr entfernten feindlichen Batterien leicht erweisen. Stehen diese mit dem diesseitigen Geschütz auf einem gleichen Horizonte, oder nur wenig höher: so wird ihr ganzer innerer Raum durch die Brustwehr B Fig. 124. völlig gegen die Schüsse der Festung E C gesichert, und die ganze Wirkung der letztern beschränkt sich auf die Schießscharten, die nur von den ihnen gerade überstehenden Kanonen getroffen werden können. So wie jedoch die Entfernung A C abnimmt, oder die Höhe A E bis A F wächst, wird der gedeckte Raum B C kleiner, und die von F abgeschossene Kugel, indem sie den innern Rand der Brustwehr streifet, kann noch das hinter derselben stehende Geschütz treffen, sobald B D nicht die Länge der Laffete übersteigt. Um nun aber dieses Ueberhöhen der feindlichen Batterien hervor zu bringen, ist es nothwendig: die vorspringenden Winkel der Werke zu erhöhen, und Katzen (Cavaliers) auf die Kurtinen zu legen, die ein kreuzendes Feuer gewähren, dem keine Feldbatterie des Feindes zu widerstehen im Stande ist, weil die Kugeln entweder die Laffeten zertrümmern, oder wenigstens die obere Faschine der Brustwehr herunter werfen, und die Artilleristen hinweg jagen, wie die Erfahrung vor der Citadelle von Antwerpen 1746 zeigte, wo eine Rikoschetbatterie — die des Morgens angefangen hatte zu feuern, in wenig Stunden durch die Senkschüsse des hohen Walles zum Schweigen gebracht ward.

Noch vortheilhafter als die Kanonen, sind die Mörser gegen die feindlichen Batterien und Laufgräben. Werden die Bomben in flachen Bogen mit schwachen Ladungen und mit kurz tempirten Brändern geworfen, damit sie sich nicht so tief eingraben, sondern auf der Oberfläche der Erde springen: ist ihre Wirkung weit zerstörender, als die der Stückkugeln. Man kann demnächst die Mörser überall gegen die feindlichen Schüsse gedeckt aufstellen, und dennoch seine Projectilen auf jeden Punkt hinbringen, den man durch eine vereinte Wirkung mehrerer zerstören will. Bei den Kanonen hingegen ist man immer an die gerade Richtung des Schusses gebunden, gegen die der Feind sich jederzeit durch eine senkrechte Brustwehr decken kann.

Digitized by Google

Man vertheilt die Mörser längs der angegriffenen Fronte hinter dem Walle sowohl auf die Bollwerke als auf die Kurtinen einzeln und in hinreichender Entfernung aus einander. Von vorzüglicher Wirkung werden sie in den Flanken der Nebenbollwerke gegen die feindlichen Logementer und zweiten Batterien seyn. Stellt man sie hier unter dazu besonders eingerichtete Kasematten (w. w. i.): so sind sie dadurch völlig gegen das feindliche Feuer gesichert und werden mit um so größerer Ruhe und Genauigkeit bedient.

Fänden sich unter den Façen der Werke Defensivkasematten (s. dies Wort), würden sie allerdings die beste Gelegenheit geben: sich der Anlegung der Breschbatterien nachdrücklich und mit Erfolg entgegen zu setzen. Nur selten ist jenes aber der Fall; sind die Kanonen der Festung durch die Rikoschetbatterien einmal demontiret, bleibt ihr beinahe kein anderes Vertheidigungsmittel, als der Widerstand, welchen die Stärke der Futtermauern und des Walles gegen die feindlichen Kugeln leistet. Man muß daher alles anwenden: durch Traversen und Dachwerke sich wenigstens einen Theil des auf den Façen stehenden Geschützes zu erhalten und dasselbe in dem letzten, entscheidenden Zeitpunkte gegen die Breschbatterie gebrauchen zu können. Hat die Festung vielleicht eine Faussebray, die durch einen Absonderungsgraben von dem hohen Walle getrennt ist; muß man vorzüglich das in ihr stehende Geschütz zu erhalten suchen, weil es mit der Breschbatterie auf gleichem Horizonte stehet, und um so kräftiger gegen sie wirken kann. Wäre weder das Eine noch das Andere möglich: bleibt den Belagerten nur noch Ein Mittel übrig: die größte Fürsorge auf die Flanken zu wenden, und das Geschütz von denselben zurück zu ziehen — wenn es nicht vielleicht in Kasematten stehet — um es unbeschädiget gegen die Contrebatterie und den Uebergang über den Graben zu gebrauchen. Hier kann es noch immer sehr wesentliche Dienste leisten, besonders bei einem Wassergraben, wo die Zerstörung des Dammes den Belagerern höchst nachtheilig und nur schwer zu verhindern ist. Dieser Bestimmung scheinen die Haubitzen vorzüglich angemessen, weil sie Gelegenheit geben: durch Granaten und eiserne Brandkugeln den Damm anzuzünden, und weil ihre weitere Seele eine größere Menge Kartätschen faßt, als die Kanonen.

Das leichtere Geschütz findet vorzüglich in bedeckten Wegen, bei den Ausfällen und in den Contreapproschen (w. w. i.) seine Anwendung. Hier kann es den Fortschritten des Feindes bedeutende Hindernisse entgegen setzen. Es muß stets das höchste Bestreben des Belagerten seyn: dem Feinde überall eine überlegene oder doch wenigstens gleiche Geschützanzahl entgegen zu setzen; sich überall seinem Feuer möglichst zu entziehen und des-

Digitized by Google

halb die Stelle der auf den Wällen stehenden Geschütze beständig zu verändern; endlich ihm in den Außenwerken, wenn man sie nicht mehr zu halten vermag, keine Kanonen zum nachherigen Gebrauch zurück zu lassen. Erlaubt es daher die Einrichtung der Raveline und übrigen Außenwerke nicht: das Geschütz zurück nach dem Hauptwerke zu bringen, wenn die in jene von dem Feinde zu Stande gebrachte Bresche ihre Eroberung befürchten läßt, muß man es in den Graben stürzen, gleichviel ob er naß oder trocken ist. Man kann vielleicht im letzteren Falle noch die Lafseten retten; und immer wird es dadurch für den gegenwärtigen Augenblick dem Feinde entzogen. (Man sehe auch Breschbatterie, Contrebatterie, Rikoschetbatterie und Kasematten.

Gewicht der Baumaterialien ist deshalb für den Ingenieur zu wissen nöthig, weil sie bei dem Festungsbau auf größere oder kleinere Strecken angefahren werden müssen, und sich durch ihr Volumen die Ladung der dazu erforderlichen Wagen ergiebt. Es ist demnach das Gewicht von 1 Würfelfuß:

Alabaster	190 Pfund.		
Granit	184 — 200 —	Sandsteine	140 Pfund. 134 — 162 —
Lehm	135 —	Grober Sand	124 —
Gartenerde	114 —	Flußsand	132 —
Thon	149 —	Bruchsteine	130 — 159 —
Gyps	156 —		
gebrannter	86 —	Eichenholz	81¾ —
Kalkmörtel	120 —	Ulmen	46½ —
ungelöschter Kalk	59 —	Eschen	59 —
Mauerziegel	130 —	Buchen	59¼ —
Dachziegel	127 —	Erlen	56 —
Schiefer	156 —	Fichten	38¼ —
Marmor	186 —	Tannen	34¼ —
		Pappel	26½ —

Gewölbe s. Kasematten.

Girandole nennt Mouzé seine Minenanlage zu Vertheidigung der Waffenplätze des bedeckten Weges. S. Gegenminen.

Glacis, die äußere Abdachung des bedeckten Weges, die sich mit ihrem vordern Ende in das Feld verläuft, und im Allgemeinen 12 bis 15 Ruthen Breite bekommt. Diese letztere wird jedoch durch die Abdachung des Glacis (1:24) und durch die Höhe oder Tiefe des umliegenden Terrains bestimmt. Liegt

Digitized by Google

demnach der bedeckte Weg ohngefähr mit letzterem in gleicher Höhe; bekommt er so viel Ruthen Breite, als die Höhe des Glacis halbe Fuß enthält, z. B. bei $7\frac{1}{2}$ Fuß Höhe 15 Ruthen Breite. Wenn hingegen das äußere Terrain steigt oder fällt; muß derjenige Punkt aufgesucht werden, wo diese Abdachung von 1:24 auf den Erdhorizont trifft. 2 in A und B eingesteckte Stangen, deren gegenseitige Höhe durch ihren Abstand von einander, nach dem eben erwähnten Verhältniß bestimmt wird. Es würde demnach BF = 5 Fuß seyn, wenn AB = 5 Ruthen und AC = $\frac{1}{4}$ Fuß ist; denn 5 + 6″ = 30″, und um dieses Maaß muß BF von AC überhöhet werden. Die unter CF streichende Gesichtslinie CD giebt nun den Punkt, wo der äussere Umriß des Glacis auf das Terrain trifft, der demnach nur auf völlig horizontalem Boden mit der innern Linie des bedeckten Weges parallel seyn kann. Bei sich erhebendem Terrain aber werden die Linien CD kürzer, und bei abfallendem Terrain länger werden. Fällt jedoch der Boden zu stark ab, wenn vielleicht die Festung am Saume eines Berges, oder an einem ziemlich schroffen Abhange liegt; läßt sich diese Regel nicht anwenden. Um hier unnütze und kostbare Anschüttungen zu sparen, macht man das Glacis nur etwa 8 bis 10 Ruthen breit und endiget es mit einer Böschung EG, deren Linien eine solche Lage bekommen: daß jede auf irgend einen nahen Theil des bedeckten Weges zuläuft und von demselben mit kleinem Gewehr bestrichen werden kann, folglich den Belagerern keine Deckung gewähret. Eine solche Einrichtung des Glacis bleibt übrigens immer schlecht, und man muß sich nur im äußersten Nothfalle dazu entschließen.

Obgleich die vorerwähnte Abdachung die zweckmäßigste zu seyn scheint, weil der Feind, wenn er bis auf 105 Fuß vom Kamme des Glacis kommt, wo gewöhnlich die Laufgrabenkatzen (Cavaliers de tranchée) errichtet werden, dieselben noch 8 bis 9 Fuß erhöhen muß, um in die vorspringenden Waffenplätze sehen zu können; ist sie dennoch bisweilen zu steil, wenn sie das hinter dem Glacis liegende Werk hindert: alle Theile desselben zu bestreichen. Die Höhe der Festungswerke über dem Kamme des Glacis und ihre Entfernung von demselben hat demnach ebenfalls auf seine Abdachung Einfluß. Diese wird zu steil, sobald sie in ihrer Verlängerung nicht auf die Krone der Brustwehr des dahinter liegenden Werkes trifft, sondern über dieselbe hinaus gehet. Sobald der Graben über 10 Ruthen breit wird, oder die Werke eine geringere Höhe haben, oder endlich das Glacis höher ist; muß es eine weit sanftere Abdachung bekommen, die man bekommt, wenn ihre Verlängerung auf den Punkt A fällt. Fig. 1. Tab. I.

Digitized by Google

Das Glaçis wird zwar am gewöhnlichsten blos von Erde aufgeschüttet; da jedoch der Feind sich in dasselbe eingraben muß, um sich der Festung nähern zu können, würde jedes schwerer zu bearbeitende Material hier zweckmäßiger seyn. Man hat in dieser Absicht Pflanzungen von Strauchwerk: als Weiden, Dornen, Wachholder ꝛc. vorgeschlagen, die alle 3 bis 4 Jahr abgehauen werden; oder man hat mehrere Reihen Bäume längs der Capitalen des bedeckten Weges gesetzt, die allerdings dem Feinde bei Führung seiner Sappen und Anlegung der Breschbatterien sehr hinderlich sind. Erlaubt es jedoch die Beschaffenheit des Bodens: das Glaçis von Steinen aufzuschütten; oder giebt ein naher Fluß Gelegenheit: dasselbe wenigstens zwei Fuß tief zu pflastern; so wird ihm dadurch das Einschneiden ganz unmöglich, und er genöthiget seyn, wie auf festem Felsenboden, die Deckungsmittel, Faschinen, Sandsäcke ꝛc. von weitem herzubringen. Er wird zugleich verhindert: Minenschächte einzusenken, und die Wirkung der von den Belagerten angelegten Fladderminen wird dadurch bedeutend erhöhet. (S. umgewandtes Glacis.)

Globe de Compression oder Druckkugel, auch überladene Minen heißen diese, wenn ihre Ladungen so weit verstärket werden: daß der obere Durchmesser ihres Trichters (w. u. i.) wenigstens viermal so groß wird, als die kürzeste Widerstandslinie; hier die Entfernung der Minenkammern von der Oberfläche der Erde. In der früheren Zeit hielt man die Wirkungen des in die Erde eingeschlossenen Pulvers für beschränkt, und glaubte: daß eine mehr verstärkte Ladung, anstatt einen größeren Trichter zu bilden, vielmehr blos die unmittelbar über der Kammer liegende Erde herausstoßen werde. Belidor kam zuerst auf die Idee: daß die Wirkung der Minen mit der Ladung zunehme, und daß hier kein Maximum statt finde. Die in La Fere und Bisy angestellten Versuche bestätigten nicht nur diesen Satz, sondern bewiesen auch: daß eine stark geladene Mine in der Erde selbst noch weiter wirke, und die in ihrer Nähe — gleichviel ob neben, über oder unter ihr — hin laufenden feindlichen Gallerien bei verdoppelter Ladung bis auf die vierfache Länge ihrer kürzesten Widerstandslinie zu zerstören im Stande sey. Bei 12 Fuß kürzester Widerstandslinie und 3000 Pfund Ladung ward nämlich ein 66 Fuß weiter Trichter ausgeworfen, ein 42 Fuß entfernter Minengang E E 48 Fuß lang eingedrückt, so daß F E = 48′ war. Belidor schließt daraus: daß ein Gleiches mit einer 48 Fuß entfernten Gallerie erfolgt seyn würde. Da die ausdehnende Kraft des Pulvers im Stande war: den Zusammenhang des Erdbodens von I bis E zu überwinden, (Fig. 126.) wird zwar bei einer weiteren Entfernung der feindlichen Gallerie jene Kraft, doch eben so auch der Zusammenhang

Digitized by Google

der Erde — obgleich in einem geringeren Maaße — abnehmen. Setzt man demnach Fp = Fe; ist immer noch die Zerstörung der Gallerie nach eFe, ja vielleicht bis über p hinaus, möglich. Es giebt folglich im eigentlichen Verstande keinen Radius der Zerreißungssphäre oder des Globe de compression, sondern FE zeiget blos an: daß auf die Entfernung FP die Amplitudo der ausdehnenden Kraft durch LL ausgedrückt wird. (S. Minen.)

Weil bei demselben Versuch eine 14 Fuß unter der Minenkammer hin laufende Gallerie 36 Fuß lang eingedrückt ward und folglich der Erschütterungskreis hier nur 38 Fuß groß zu seyn schien; schließt Belidor ferner daraus: letzterer bilde ein, gegen den Boden der Kammer abgeplattetes Sphäroid. Allein, Belidor nahm keine Rücksicht darauf: daß die Höhe und Breite der Gallerie verschieden war, und daß die Holzstücken der Austrempelung verschiedene Dimensionen hatten. Bei 4½ Fuß Höhe und 3 Fuß Breite des Minenganges, mußten nothwendig die Kappenstücken, die 5 Zoll hoch und 4 Zoll breit waren, einen weit stärkeren Widerstand leisten, als die 4½ Fuß langen Ständer, die 4 Zoll ins Gevierte hielten. Hätte er auf diesen Umstand Rücksicht genommen, würde er vielmehr gefunden haben: daß der senkrechte Erschütterungsradius größer ist, als der horizontale, wie weiter unten (Artik. Minen) gezeigt werden wird.

Hieraus folgt denn auch: daß eine Gallerie, die auf dem Globe de Compression gerade zu gehet, weniger der Zerstörung ausgesetzt ist, als wenn sie ihm die Seite bietet. Jeder Druck, der über GG hinaus fällt, wird durch den Widerstand der Erde aufgehoben, und kann nicht auf die Wände der Gallerie wirken. Diese wird demnach blos an ihrem Ende und nicht auf eine große Länge beschädiget. Um diese verschiedenen Sätze zu prüfen, wurden sowohl von Belidor, als auch von dem Major Le Febvre in Potsdam und nachher auch in Braunschweig Versuche mit stark geladenen Minen angestellt, und alle gaben in dieser Hinsicht ein völlig befriedigendes Resultat. Der Major le Febvre wandte hierauf diese neue Erfindung zuerst, bei der Belagerung von Schweidnitz im Jahre 1762 an, und obgleich einige bei der Ausführung vorgefallene Fehler die Wirkung der überladenen Mine schwächten, ward dennoch durch sie der vorgehabte Endzweck nach 39 Tagen erreicht. S. Couronnement. Noch einen vollständigeren Erfolg hatte die stark geladene Mine in der Belagerung von Valenciennes 1793; so wie bei Choczim und Bender. Bei den beiden letzteren ward nicht allein die Contrescarpe geöffnet; sondern auch durch die, gegen den inneren Grabenrand geworfenen Trümmer derselben eine völlig ersteigliche Bresche gebildet. Wären über diese

Digitized by Google

Fälle alle einzelne Umstände bekannt, ließe sich vielleicht ein Verfahren daraus herleiten, „bei gegebener Graben-Breite und „Tiefe die kürzesten Widerstandslinien einer stark geladenen Mine in senkrechter und horizontaler Richtung zu bestimmen, um „die Trümmern der Contrescarpe an die gegen über stehende „Futtermauer zu werfen."

Um diese Frage zu beantworten, müßte man die Ladungen bestimmen, um in jeder gegebenen Entfernung die Contrescarpe oder eine vorbei laufende Gallerie einzudrücken, zu welchem Behuf Belidor (in seinem Angriffs-Entwurf auf Luxemburg) bei einem Abstande von 300 Fuß zwei Minenkammern mit 24 Fuß K. W. Linie, 36 Fuß von einander vorschlägt, jede mit 17646 Pfund Pulver geladen. d'Arlekan (Essai sur un précis des principes d'une Théorie pratique des mines) giebt folgende Tafel der Ladungen für die Globes de Compression.

Von der K. W. Linie.	Für einen Durchmesser des Trichters, welcher das 4 fache	das 5 fache	das 6 fache	das 7 fache	das 8 fache
5 Fuß.	42 ℔	78 ℔	144 ℔	327 ℔	620 ℔
8 —	206	376	550	1270	2430
10 —	478	695	1150	2618	4680
12 —	700	1150	1940	4150	8023
15 —	1380	2618	3670	8420	15517
20 —	3220	5565	9266	18090	37510
25 —	6207	10242	17426	24088	72406
30 —	10242	18778	30306	67395	123032

Man siehet, daß verschiedene von diesen Ladungen eine zu ungeheuere Pulvermenge erfordern und daher unanwendbar sind.

Belidor, indem er den von den Minen ausgehobenen Trichter als einen abgestumpften Kegel ansiehet, dessen unterer kleiner Durchmesser die Hälfte des großen, und dessen oberer Radius der kürzesten Widerstandslinie gleich ist; sagt: „daß sich „das Pulvergas nach allen Seiten gleichförmig ausbreitet, bis „zu dem Punkte L. Fig. 127., wo der Widerstand mit der wirkenden Kraft gegen die umgebende Erde, ins Gleichgewichte „tritt. Der Explosions-Radius C B ist demnach als der „Halbmesser der Wirkungssphäre, oder des sogenannten „Globe de Compression anzusehen, dessen Würfeln die Ladungen proportional sind." Hat man demnach bei einer Probemine mit der Ladung F in einem bestimmten Terrain einen Trichter erhalten, wo B D = R; so wird für den begehrten Halbmesser der Druckkugel r die Ladung

$$F : f = R^3 : r^3.$$

Weil er sich nicht von dem früheren Wahne der Minirer los reißen konnte: glaubte Belidor den Grund der wachsenden Wirkung des in der Erde verschlossenen Pulvers in dem Druck der Atmosphäre zu finden; ohne welchen nur ein beinahe zylindrischer Trichter entstehen könnte, weil das Pulver die über ihm liegende Erde heraus stoßen würde, ehe es sich noch völlig entzündet hätte. Die Schwere der auf dem Erdkegel ruhenden Luftsäule verzögere hingegen diese Wirkung, gebe dadurch dem Pulver Zeit: sich völlig zu entzünden, und vergrößere dadurch den Umfang der Druckkugel. Obgleich nun diese theoretische Erläuterung keinesweges richtig ist; läßt sich nichts desto weniger durch das vorher angeführte Verhältniß die Ladung für jede stark geladene Mine bestimmen, sobald man nur dabei eine, mit demselben Pulver und in der nämlichen Erdart gesprengte Probemine zum Grunde legt. Folgende Tafel kann zur Erläuterung der Uebereinstimmung der Belidorschen Berechnung mit der Erfahrung dienen. (S. Ladungen und Trichter.)

Nummer des Versuchs.	Beschaffenheit des Erdbodens.	K. W. Linie	Halbmesser d. Trichters.	Halbmesser der Druckkugel.	Ladungen nach d. Erfahrung.	Ladungen nach d. Formel Belidors.	Bemerkungen
		Fuß	Fuß	Fuß	Pfund	Pfund	
1	Gelbe, etwas sandige Erde.	10	10	14,14	100	—	ohne Probeminen.
2	Sand, mit hartem Tuffstein vermischt.	10	10	14,14	170	—	Probeminen.
3		10	13,5	16,8	300	286	
4		15	20	25	980	961	
5		15	35	38	3600	3320	
6		10	22,6	24,77	1000	914	
7	Fester Leimen.	10	10	14,14	200		Probemin.
8		15	26,75	30,67	2400	2041	
9	Tuff, mit Sand und Steinen vermengt.	12	38	35,11	3000	3061	nach d. Mine Nr. 10. berechnet.
10	Flugsand, mit etwas Thon vermischt.	15	3	36,25	3500		ohne Probeminen.

Um im allgemeinen einen Trichter auszuheben, der das **Sechsfache** der K. W. Linie zum Durchmesser hat, den man gewöhnlich ausschließungsweise den Globe de Compression nennet, geben die praktischen Minirer folgende Regel:

Die K. W. Linie, im Fußmaaß ausgedrückt, wird mit 300 multiplizirt, um die erforderliche Pulverla-

Digitized by Google

dung zu finden. Man bekommt durch dieses Verfahren eine stärkere Ladung, als durch die vorher angeführte Formel, und kann daher um so weniger seines Endzweckes verfehlen. Es fehlt übrigens immer noch an hinreichenden Erfahrungen über die Entfernung, bis auf welche die über oder unter einer stark geladenen Mine liegende Gallerien durch die Wirkung der Druckkugel gequetscht werden; und über die Mittel: durch Verdünnung der Minengänge ihr Eindrücken und ihre Zerstörung zu verhindern. Bei den von le Febvre in Potsdam angestellten Versuchen befand sich nämlich, 30 Fuß von der mit 3300 Pfd. Pulver geladenen Mine, und auf gleichem Horizonte mit ihr, eine kleinere, geladene und völlig verdämmte Minenkammer, die bei dem Springen des Globe de Compression, sowohl als ihre Feuerleitung, unbeschädiget blieb, und nachher gezündet ward. Man siehet leicht: daß in solchen Fällen, wo andere Minengänge der geladenen Kammer nahe liegen, man sie blos gehörig verdämmen darf, um sie unbeschädiget zu erhalten, um nach Ausräumung der Verdämmung gebrauchen zu können, wenn sie anders nicht schon geladen sind. Diese Behauptung scheint keines Widerspruches fähig, obgleich sie noch nicht durch mehrere Erfahrungen bestätiget ist, und es wohl der Mühe verlohnte, Versuche deshalb anzustellen.

Obgleich nun im Ganzen die überladenen Minen den Vortheil gewähren: die Minengewebe einer Festung zu zerstören; erfordern sie doch eine zu große Pulvermenge und zu viel Zeit, als daß sie überall anwendbar wären. Ohne durch die Quetscher und Fladderminen des Feindes zu sehr aufgehalten zu werden, wird dennoch der Belagerer nie im Stande seyn, auf diese Weise ein Minengewebe in weniger als 30 Tagen zu vernichten. Senkt er nämlich etwa 60 Schritt von der äußersten Spitze der Gegenmine einen 18 Fuß tiefen Schacht ein, wird er wenigstens 21 Stunden dazu nöthig haben. Da die Radien der Trichter in dieser Tiefe 54 Fuß sind; müssen die Rameaux 72 bis 78 Fuß lang werden, damit die Parallele nicht durch die Wirkung der Globes de Compression beschädiget werde; dies und das Laden der Mine, die Einrichtung des Leitfeuers, die Verdämmung ꝛc. erfordern 5 bis 6 Tage; man wird folglich erst nach 7 Tagen im Stande seyn, die erste überladene Mine zu sprengen (s. Couronnement); 5 Tage sind ferner nöthig, um den Trichter zu couronniren und die folgende Mine zu vollenden, und — wenn man auf 3 Kapitalen zugleich vorgehet, 15 überladene Minen, bis man auf der Contrescarpe ankommt. Welche Bedürfnisse, Werkzeuge und wieviel Arbeiter dazu angeschafft werden müssen, ist schon oben (Belagerungs-Entwurf) gesagt worden. Verfehlet aber die erste Mine ihre Wirkung, zerstöret sie höchstens nur die Spitzen der

am weitesten angetriebenen feindlichen Gallerien; siehet sich der Belagerer gegen seinen Willen in den langweiligen Minenkrieg geworfen, ehe er nur einmal dazu kommen kann, einen neuen Rameau abzutreiben. Hätte eine 15 Fuß tief liegende Mine einen 60 Fuß großen Wirkungskreis; wird ihr Trichter 58 Fuß zum Halbmesser haben, und sein Rand nicht mehr, als höchstens 3 Fuß in senkrechter Linie von dem unbeschädigten feindlichen Minengange ab liegen. Da nun die Oeffnung zu dem neuen Minengange des Belagerers in dem Auftritte des couronnirten Trichters ohngefähr 12 bis 15 Fuß von dem oberen Rande des Trichters, und folglich 18 Fuß von dem erwähnten Punkte entfernt ist; wird der Belagerte — der unmittelbar nach dem Springen der Mine die Arbeit anfangen und in 15 Stunden sehr bequem ein Rameau von 18 Fuß vollenden kann — früher unter dem Trichter anlangen, als dieser zu einem Logement eingerichtet ist, wie die Erfahrung in der Belagerung von Schweidnitz hinreichend gelehret hat. Es scheint daher in der That zweckmäßiger: sich des von Mouzé zuerst vorgeschlagenen Mittels zu bedienen und die Gallerien der Festung durch Schachtminen (w. u. i.) anzugreifen. (S. Couronnement.)

Graben (le fossé) hat die doppelte Bestimmung: die zu Aufführung des Walles nöthige Erde zu liefern, und die Annäherung des Feindes zu verhindern, indem zugleich seine Tiefe die Höhe des Walles vergrößert und diesen um so schwerer zu ersteigen macht. Hieraus folgt, daß auf einem gleichen Boden der Durchschnitt des Grabens dem Durchschnitte des Walles — jedoch nach Abzug der Futtermauern — beinahe gleich kommen muß. Ein unebenes Terrain führet hierin mancherlei Veränderungen herbei; weil oft zu Bewirkung des Defilements Anschüttungen und Ausfüllungen (remblais) gemacht werden müssen, die eine größere Breite oder Tiefe des Grabens erfordern. Um die letztere zu finden, wird nach oben (Artik. Erdbau) der Inhalt aller Wälle, Brustwehren, Auffahrten ꝛc. berechnet, und aus demselben $= \frac{1}{6}$ E F G H + dem Inhalt aller Strebepfeiler gemacht; denn es ist klar: daß zu dem Inhalte des senkrecht abgeschütteten Grabens noch der Inhalt der — hier ebenfalls für senkrecht angenommenen — Futtermauern kommen muß, um die wahre Erdmasse zu bestimmen, welche man zu Aufführung der eben erwähnten erhabenen Theile der Festung bekommt. Die Berechnung selbst hat nur wenig Schwierigkeit, weil blos die Magistrallinie mit dem Graben profile zu multipliziren, der Inhalt des zylindrischen Segmentes C x Fig. 89. Tab. VII. aber hinzuzufügen ist, um den Inhalt des Grabens von dem halben Polygon zu bekommen. Nun ist aber zu untersuchen: ob es vortheilhafter sey: den Graben tief und schmal, oder breit

Digitized by Google

und flach zu machen? Im ersten Falle findet der Feind vor der Spitze der Contrescarpe nur wenig Raum zur Anlegung der Contrebatterie H. Tab. IV., deren Länge von der Breite des Grabens abhängt. Mit jeder Ruthe, um welche die letztere wächst, wird demnach die erstere Eine Kanone mehr fassen können. Ein zweiter Vortheil des schmalen und tiefen Grabens ist die Schwierigkeit, welche er der Anlegung und der gehörigen Wirksamkeit der Breschbatterien entgegen setzt. Da sie von dem Glacis aus nicht den Fuß der Futtermauer sehen können; wird entweder diese zu hoch beschossen, so daß keine ersteigliche Bresche entstehet; oder man muß die Batterie in den bedeckten Weg selbst legen, wodurch ihr Bau schwieriger wird, weil sie hier fast von allen Seiten eingesehen ist. Ja ein nur 60 Fuß breiter und 30 Fuß tiefer Graben macht es dem Belagerer wohl gar nothwendig: den Minirer anzusetzen. Eine höchst gefährliche und Zeit raubende Operation, bei der ihm der Belagerte viel und mancherlei Hindernisse in den Weg legen kann. Sobald im Gegentheil die Breite des Grabens wächst, verschwinden auch diese Schwierigkeiten, und bei einem, dem Belagerer nur einigermaassen günstigen Terrain, kann nicht allein die auf dem Kamme des Glacis liegende Batterie, sondern öfters schon eine andere, weiter entfernte von dem Felde aus, die Futtermauer in den ersten Tagen der Belagerung einschießen, und die Festung durch die Furcht vor einem Sturme zur Uebergabe bringen. Ein zu schmaler Graben würde jedoch andern Theiles den Nachtheil herbeiführen: daß die von dem Hauptwalle abgeschossenen Trümmern ihn in seiner ganzen Breite anfüllten, und daß vielleicht das Feuer der Flanken zum Theil durch den Winkel des äußeren Grabenrandes verdeckt und gehindert wird. Diese Betrachtungen haben die Kriegsbaumeister bewogen: eine sehr verschiedene Grabenbreite zu bestimmen. Vauban scheint 16 bis 18 Toisen bei dem Hauptgraben und 10 vor dem Halben Monde für vortheilhaft gehalten zu haben, wie die von ihm ausgeführten Baue beweisen. Er gab nämlich:

An d. Citadelle v. Ryssel	d. Hauptgr.	20 T.;	d. Ravelingr.	13 T.
— — Straßburg	» — —	18 »	» — —	15 »
Zu Saarlouis	» — —	18 »	» — —	10 »
Zu Pfalzburg	» — —	14 »	» — —	10 »
Zu Neubreisach	» — —	15 »	» — —	12 »

Zu Hüningen und Longwy endlich ist der Hauptgraben 15 Toiſ.

Nächstdem, daß die Beschaffenheit des zunächst anliegenden Terrains Einfluß auf die Dimension des Grabens haben kann, wenn vielleicht Vertiefungen des Bodens, Hohlwege u. dgl. Aufschüttungen erfordern, zu deren Bewirkung man den Graben breiter und tiefer machen muß, als eigentlich das Profil des Grabens erforderte; oder wenn ein felsigter Grund bei damit

Digitized by Google

verbundener Ersparniß der Baukosten tief genug zu gehen verbietet; oder endlich, wenn der Wasserhorizont zu nahe an dem Landhorizonte lieget, wie dies in den Niederlanden der Fall ist, wo diese Beschaffenheit des Bodens flache, aber breitere Gräben zur Bedingung macht. Wenn nämlich bei einem durchaus trocknen Graben die größere Tiefe die Vollendung der Bresche erschweret, würde sie bei einem Wassergraben unnütz seyn, weil hier der Wasserspiegel den Punkt des Beschießens der Futtermauer bestimmt. Durch eine größere Breite hingegen wird die Aufführung des Faschinendammes beschwerlicher und für den Feind gefährlicher; er muß mehr Zeit darauf wenden, und ist dem Feuer der Flanken mehr ausgesetzt, wenn es möglich war: das darauf stehende Geschütz bis zu diesem wichtigen Zeitpunkte zu erhalten. Hieraus folgt; „daß trockne Gräben tief und „schmal, Wassergräben hingegen flach und breit gemacht werden müssen." Dann ist jedoch zu entscheiden: ob überhaupt ein nasser oder trockner Graben den Vorzug verdiene? Die meisten Ingenieure, besonders die Französischen, haben allgemein für den letzteren entschieden, weil er 1) die Verbindung des Hauptwerkes mit den Aussenwerken ungehindert geschehen läßt, die bei einem Wassergraben durch Zertrümmerung der Brücken leicht unterbrochen werden, und alsdann nur vermittelst eines Fahrzeuges, und, wenn der Feind sich auf der Contrescarpe festgesetzt hat, des Nachts statt finden kann. 2) Begünstiget er die Ausfälle, indem die Besatzung sich hinter der Grabenscheere und im Hauptgraben der nicht angegriffenen Seitenfront formiren kann, um über den von der Contrescarpe herab steigenden Feind herzufallen. 2) Glaubt St. Paul (Traité complet de fortific.): die Besatzung der Aussenwerke werde sich nachdrücklicher vertheidigen, wenn ihr durch den trocknen Graben überall ein freier Rückzug offen stehet. Allein, sobald der Feind seine Bresche zu Stande gebracht hat, gehet er vermittelst der ganzen Sappe ungehindert über den trocknen Graben, noch ehe das auf den Flanken stehende Geschütz zum Schweigen gebracht worden ist. Bei Bestürmung der Aussenwerke kann er einige Truppenabtheilungen seitwärts absenden, um die neben liegenden Werke in der Kehle anzugreifen, oder auch wohl die Breschen in den Bollwerken zu ersteigen, wenn die zufällige Beschaffenheit der Raveline ꝛc. gleich anfangs den Hauptwall mit zu beschießen gestattete. Auf diese Weise eroberten die Belagerer 1793 alle Aussenwerke von Valenciennes auf einmal, und würden in demselben Anlaufe auch die Stadt eingenommen haben, wenn nicht zum Glück für die Belagerten noch der Durchgang hätte schnell genug vorschlossen werden können. Die Kriegsbaumeister haben deshalb auch schon im allgemeinen festgesetzt: daß ein trockner Graben nur bei einer Mauer-

Digitized by Google

verkleidung des Hauptwalles und der Aussenwerke zulässig sey: ja es scheint sogar: daß der oben angeführten Vortheile desselben ohngeachtet ein Wassergraben sehr wesentliche Vorzüge vor dem trocknen besitze. Zwar ist man seit der Einführung des bedeckten Weges und einer zweckmäßigeren Einrichtung der Aussenwerke auch bei einem trocknen Graben gegen nächtliche Ueberfälle sicher, wenn nur sonst die gehörigen Sicherheitsanstalten getroffen sind; ein Wassergraben aber gewähret selbst einer schwachen Besatzung Sicherheit gegen den Sturm, und verschafft ihr nach Vollendung der Bresche durch die beschwerlichen Vorkehrungen zum Uebergange Gelegenheit: sich auf der Bresche zu verschanzen und vielleicht den feindlichen Sturm zurückweisen zu können. Die Verbindung der Aussenwerke mit der Festung läßt sich durch sehr tief liegende, oder besser noch durch schwimmende Brücken (s. dies Wort) leicht erhalten, oder auch vermittelst einer großen Fähre leicht bewirken, die groß genug für 150 Mann ist, und sich an einem Taue beweget. Daß aber ein Haufen Soldaten sich in einem Aussenwerke besser vertheidigen sollen, wenn er seinen Rückzug queer über einen trocknen Graben bequem und sicher machen kann; als wenn er gezwungen ist: zu seiner Rettung den feindlichen Angriff abzuschlagen, ist psychologisch unrichtig und widerspricht aller Erfahrung. Man hat daher auch in der neueren Zeit angefangen: überall Wassergräben anzubringen, wo es die Beschaffenheit des Terrains möglich machte. Nur ist immer darauf Rücksicht zu nehmen: daß die Tiefe des Wassers nicht unter 6 Fuß beträgt, oder daß eine in der Mitte des Grabens befindliche Cünette (v. n. i.) das Hindurchwaten unmöglich macht.

Obgleich durch den Wassergraben die Futtermauern sowohl an dem äußeren als inneren Rande entbehrlich werden; ist doch bei strömendem Wasser eine Beschützung der Böschungen unentbehrlich, weil sie außerdem von dem Strome ausgespühlet und durch das Eis — besonders an den Ecken und in den eingehenden Winkeln — zerstört werden würden. Man erreicht diese Absicht durch Spundpfähle oder durch Vernätherung, welche letztere jener noch vorzuziehen ist, und weiter unter beschrieben werden wird.

Am vortheilhaftesten würde sich unbezweifelt eine Einrichtung erweisen, welche die guten Eigenschaften des trocknen Grabens mit den Vorzügen des Wassergrabens vereinigte, so daß der Feind, wenn er alle ihm in jenem entgegen gesetzte Hindernisse besiegt zu haben wähnte, die Arbeit von neuem beginnen müßte, um einen Faschinendamm aufzuführen, oder den Uebergang vermittelst einer Sturmbrücke zu bewerkstelligen. Wäre alsdann der eine oder die andere vollendet: könnte der Belagerte durch plötzliches Ablassen der Gräben die Mühe des Feindes von

neuem vereiteln, und ihn durch diese unerwarteten Hindernisse auf eine ganz außerordentliche Weise aufhalten. Jede Festung, die in der Ebene an einem nur etwas schnellen Strome liegt, bietet Gelegenheit dar: die Gräben nach Willkühr naß oder trokken zu haben, sobald man nur das Gefälle gehörig vertheilet, und das Schleusenspiel (w. n. i.) auf eine zweckmäßige Weise einrichtet. Das bei a. Fig. 7. Tab. II. zurückgehaltene Wasser des Flusses wird sich bei C in die Gräben ergießen, die man trocken oder naß halten kann, wenn man ihren Eingang bei C und q durch Bären (s. dies Wort) verschließt, die am Ausgange bei r und s das ganze Gefälle plus 6 Fuß zur Höhe haben. Wäre z. B. das Gefälle von C bis r und s = 7 Fuß, würden die Bären an letzteren beiden Orten 13 Fuß Höhe bekommen müssen, um das Wasser hier zu dieser Höhe, bei C und q aber 6 Fuß hoch aufzustauen. Verschließt man im Gegentheil die Schutzbretter der Bären bei C und q und öffnet dagegen r und s, so wie die großen Schleusen bei a und I; so wird der Graben trocken, und der Fluß x nimmt ungehindert seinen Lauf von a nach I.

Wäre jedoch der Fall des letzteren so bedeutend: daß er eine übermäßige Höhe der Bären bei r und s nöthig machte: wodurch sie über die Contrescarpe empor ragten; muß man den Fall der Gräben theilen, und einen oder mehrere Zwischenbären in sie legen. Man ist dadurch im Stande, jedem Bären seine gehörige Höhe zu geben, ohne daß sie über die Contrescarpe empor ragen, oder von den Feldbatterien getroffen werden können. Denn ist der ganze Fall 10 Fuß, und darf man den Bären bei r und s nur 12 Fuß Höhe geben, anstatt der 16, die sie eigentlich haben müßten, um das Wasser bei C und q 6 Fuß hoch zu stauen: giebt man diesen beiden Punkten bis nach M nur 4½ Fuß Fall, und macht die Bären bei M 10½ Fuß hoch, der Fall von da aus nur noch 6 Fuß beträgt. Man kann auch die Grabensohle in C und q 4½ bis 5 Fuß tiefer legen, als den Grund des Flusses, um ihr fernerhin einen gleichförmigen Abhang von 6 Fuß bis r und s geben zu können. Wäre das Gefälle noch stärker; werden nach Beschaffenheit desselben 2 und mehr Zwischenbären angelegt.

Da, wo 2 oder mehr Gewässer sich vereinigen, lassen sich die Festungsgräben nicht immer so einrichten: daß man sie nach Willkühr trocken oder naß haben kann. Liegt nämlich das Bette der beiden Flüsse P und Q Fig. 7. Tab. II. ziemlich in gleicher Höhe; kann man die Gräben C B A r und p F s zwar auf die erwähnte Weise einrichten; q D w hingegen würde nach Beschaffenheit seiner Tiefe trocken oder naß seyn. Nur wenn der Fluß P bei x so hoch liegt, daß sein Wasser, wenn es in den Graben q D w gelassen wird, durch Q abfließen kann; läßt sich auch

hier ein Schleusenspiel anbringen. Dasselbe findet umgekehrt statt, wenn der Fluß Q viel höher liegt, als P.

Bei einem Wassergraben vor dem Ravelin wird in die Kehle des letzteren auf jeder Seite eine Poterne x gelegt, um nach den Waffenplätzen der eingehenden Winkel kommen zu können. Bei einem trocknen Graben bedarf es dieser Durchgänge nicht; dagegen legt man die Sohle des Grabens vor dem Reduit 9 bis 12 Fuß höher, als der Hauptgraben, damit der Feind nicht aus diesem hinein kommen und sich der nach dem Ravelin führenden Auffahrten oder Treppen bemächtigen kann. In die Futtermauer, welche den Graben des Reduits unterstützt q. Fig. 128. Tab. XI. wird eine Thüre und kleine Treppe z gelegt, um aus dem Hauptgraben hinauf kommen zu können. Jene Treppe wird durch eine halbe Kaponiere y gedeckt, die zugleich den Graben m, der Durchgang r und die Auffahrten Op vertheidiget. Liegen beide, der Hauptgraben und der des Reduits, auf einem Horizonte, muß man sie durch 9 Fuß hohe Mauern abschneiden, die eine Thüre haben und so schwach sind, daß sie durch einige Kanonenschüsse nieder geworfen werden können, sobald es nöthig ist, um dem Feinde keine Deckung zu gewähren. Ist endlich M ein Wassergraben, m aber trocken; sind die Treppen z ohne Thüre, hinreichend. Blos bei einer solchen Lage der Festung an einem fließenden Wasser, wo der Feind mit Fahrzeugen nach der Kehle des Ravelins kommen könnte, würde es nöthig seyn, diese Treppen mit einem Gatterthore zu verschließen.

Die vor dem bedeckten Wege befindlichen Brillen (lunettes) bekommen durch einen Wassergraben allerdings einen bedeutenden Zuwachs an Festigkeit: allein, nur ein sehr niedriger und nasser Boden kann dazu Gelegenheit geben. Wenn sie demnach einen trocknen Graben bekommen, muß dieser durch Pallisaden (w. n. i.) verstärkt werden, weil er außerdem gegen die Annäherung des Feindes ein zu geringes Hinderniß seyn würde. Ihn durch das Stückfeuer des Walles und durch das kleine Gewehr des bedeckten Weges zu bestreichen, wird nur äußerst selten möglich seyn, wenn sich die gegenseitige Höhe der Werke dazu eignet. St. Paul (Traité complet de fortific. Ir Partie. Nro. 246.) setzt die dazu nöthige, ziemlich künstliche Construction, sowohl der Linien als des Profiles auseinander.

Um bei trocknen Festungsgräben dem Feinde den Uebergang vermittelst der Sappe zu erschweren, würde es sehr vortheilhaft seyn: die Sohle 1 Fuß tief mit Steinen zu pflastern, oder auch — wie vorher in Rücksicht des Glacis gesagt worden (s. Baumpflanzungen) — 2 bis 3 Reihen Bäume vor die Façen der Werke einzusetzen, die nachher bei vorfallender Belagerung, dicht

Digitized by Google

am Erdboden abgeschnitten, mit den zurückgebliebenen Stücken das Fortrücken der Sappe gar sehr verhindern.

Grabenrand (s. Escarpe und Contrescarpe.)

Grabenscheere (Tenaille) ist ein niederes, 18 Fuß von der Kurtine liegendes Werk, durch das Vauban die Faussebray der Niederländer zu ersetzen glaubte. Es bestand anfangs aus 2 halben Bollwerken A B C und E F G, durch die Kurtine C E verbunden; weil jedoch die beiden kleinen Flanken keinen Nutzen schafften, änderte V. diese Form in die einer einfachen Scheere A D G Fig. 129. Tab. XI. ab, die an beiden Ecken A und G 30 Fuß von den Flanken der Bollwerke abstehet. In der letzteren Zeit hat man die beiden Schenkel der Scheere A B Fig. 128. durch eine 75 bis 90 Fuß lange, gerade Linie verbunden, um in der Mitte keinen todten Winkel zu haben, und den innern Raum des halben Mondes besser bestreichen zu können. Der Wallgang der Grabenscheere ist 24 Fuß breit, und hat eine Brustwehr von 15 bis 18 Fuß vor sich. Sie kann demnach im Nothfalle Geschütz fassen, und eine größere Breite würde ihr nachtheilig seyn, weil sie dann von dem höheren Wallgange des Ravelins beschossen werden könnte. Da sie das Flankenfeuer der Bollwerke nicht hindern darf; hängt ihre Höhe von der Höhe der Flanken und von der Lage des Umrisses ab. Man ziehet zu dem Ende aus dem Kurtinenwinkel H nach der Grabensohle von dem Punkt w, wo gewöhnlich von der Contrescarpe des Ravelingrabens aus Bresche geschossen wird, eine Linie H w; und findet dadurch das Verhältniß.

H w : D w = wie die Höhe des Geschützes bei H über die Grabensohle oder dem Wasserspiegel bei w, zu dem Punkt D, unter welchem die Brustwehr der Grabenscheere 4 Fuß liegen muß, wenn die Flanken über die letztere hinweg schießen sollen, ohne ihre Vertheidigung durch das kleine Gewehr zu hindern. Bei 90 Ruthen Polygonseite, großen Ravelinen und einem 24 Fuß tiefen Hauptgraben wird das in H stehende Geschütz 40 Fuß über dem Punkte w erhaben seyn und man hat

$41\frac{1}{4}$ Ruthen : $26\frac{1}{4}$ R. = 40 Fuß : 36 Fuß,

folglich würde die Grabenscheere sich 22 Fuß über die Grabensohle erheben. Vorausgesetzt: daß sowohl diese als die beiden Flanken auf einerlei Horizonte liegen. Wäre im Gegentheil dieses nicht, muß man die Höhe der Grabenscheere nach den niedrigsten Punkten der Sohle bestimmen, weil sie außerdem ohnfehlbar das Feuer der Flanken hindern würde.

Obgleich Vauban bei Neubreisach den Wallgang der Grabenscheeren 5 Fuß tiefer gelegt hat, als den bedeckten Weg; sind doch die andern Ingenieure diesem Beispiele nicht

Digitized by Google

gefolgt, sondern haben immer ihre Tenaillen mit der Contrescarpe von gleicher Höhe gemacht, ohne daran zu denken: daß sie dadurch das auf den Flanken stehende Geschütz seiner Wirkung beraubten, ohne für diesen Nachtheil irgend einen Vortheil einzutauschen.

Ist der Graben trocken: so wird mitten unter der Grabenscheere ein Durchgang angebracht, der auf der einen Seite nach dem Durchgange des Hauptwalles, auf der andern aber nach der über den Graben führenden Caponiere ausgehet. Bei einem Wassergraben muß der Durchgang 12 Fuß Breite und 6 Fuß Höhe über dem Wasserspiegel haben, damit man mit Fahrzeugen oder Flößen darunter hindurch fahren kann. Sollte die zu geringe Höhe der Grabenscheere keinen solchen bedeckten Durchgang gestatten, müßte man ihn offen lassen. Er dürfte jedoch in diesem Falle nicht gerade auf den Durchgang des Hauptwalles treffen, damit der Feind den letzteren nicht von der Contrescarpe aus beschießen kann. Zwei Treppen, zu beiden Seiten des Durchganges führen auf den Wallgang der Grabenscheere.

Bei einem trocknen Graben gewähret diese letztere: 1) eine niedere und rasirende Vertheidigung des inneren Raumes vom Ravelin, um seiner Besatzung den Rückzug zu sichern und den feindlichen Angriff auf seine Kehle zu hindern. 2) Die Futtermauer der Kurtine zu schützen, damit der Feind wegen des hier sehr breiten Grabens keine Bresche schießen und dieselbe zu dem Sturm auf den Hauptwall benutzen könne. Dies ist jedoch überhaupt nur bei einem kleinen Ravelin möglich, wenn der Waffenplatz im eingehenden Winkel kein Reduit hat; sobald hingegen ein grosses Ravelin mit seiner Face 8 bis 10 Ruthen von dem Schulterpunkt des Bollwerks fällt, wird dadurch sowohl, als durch die Brustwehr des Reduits das Beschießen der Kurtine völlig verhindert, und die Grabenscheere scheint in dieser Hinsicht völlig entbehrlich zu werden. Sie nach dem Vorschlage Einiger bei B Fig. 128. bis an die Flanke zu ziehen, würde den Nachtheil haben: daß die durch die Contrebatterie von den Flanken abgeschossenen Trümmern auf ihr liegen blieben, und zu leichterer Ersteigung des Hauptwalles Gelegenheit gäben; und dann, daß die Verbindung des letzteren mit dem Ravelin unmöglich wird, sobald der Feind sich auf dem Kamme des Glacis festgesetzt hat, und von hier aus, den Durchgang unter der Grabenscheere einschießt. Man würde dadurch den wesentlichen Nutzen der letzteren verlieren: 3) daß die zu den Ausfällen gegen die feindlichen Arbeiter im Graben bestimmten Truppen sich hinter ihr sammeln, und zwischen ihr und den Bollwerksflanken zum Angriff heraus gehen. Dies kann um so sicherer geschehen, als die Grabenscheere den Durchgang unter

Digitized by Google

der Kurtine gegen das feindliche Feuer schützt, daß er weder vom Feinde zerstöret, noch auch durch die herab geschossenen Trümmern verstopft werden kann. Minder bedeutend ist die niedere Vertheidigung gegen den Uebergang über den Graben, die blos mit kleinem Gewehr möglich ist, gegen das sich der Feind durch die Sappe deckt, und das durch die Anwendung der Kartetschen von den Contrebatterien noch unwirksamer gemacht wird.

Alle diese Vortheile der Grabenscheere — deren Baukosten man ohngefähr zu 10000 Thlr. anschlagen kann — finden sich allerdings auch bei einem zweckmäßig eingerichteten Faussebray; diese scheint daher in jeder Rücksicht den Vorzug zu verdienen, sobald nicht ein kasemattirter Hauptwall zu einer eben so sicheren als kräftigen niederen Vertheidigung die Hand bietet.

Grabenvertheidigung s. Vertheidigung.

Grenzen eines Staates sind entweder blos politische, in sofern sie ohne Rücksicht auf die Beschaffenheit des Terrains durch die Tractaten bestimmt werden; oder physische, wenn sie sich längs eines bedeutenden Terrainabschnittes, eines großen Stromes, einer Gebirgskette, oder an dem Weltmeere hinziehen. Dient eine Reihe — durch Natur oder Kunst fester Punkte zu Sicherung der Grenze gegen feindlichen Einbruch, und zur Basis der diesseitigen Operationen im Fall eines Krieges: so entstehet eine militairische Grenze. Diese ist stärker oder schwächer, im Verhältniß der natürlichen Hindernisse, welche der Feind bei seinem Vordringen findet, und die durch den Beitritt der Kunst noch erhöhet werden können, indem man die wenigen vorhandenen Zugänge impraktikabel macht. Die Pyrenäen, die Alpen, Pohlens Sümpfe und Rußlands Steppen bieten uns das Beispiel einer solchen Grenze dar, bei der es einer nur geringen Nachhülfe bedarf, um sie ganz unzugänglich zu machen. Wagt es der Feind, in ein solches Land einzudringen; wird er sich bald genug durch den äußersten Mangel bestraft, und zum Rückzuge gezwungen sehen. Die neueren Ereignisse, welche diese Wahrheit bestätigen, sind noch in jedermanns Gedächtniß.

Auch da, wo das Meer die Grenzen eines Staates umschließt, sind diese als natürlich stark anzusehen; denn Landungen mit starken Truppenkorps sind nur selten möglich, und immer für den, der sie unternimmt, sehr gefährlich. Große Strecken der Küste sind nächstdem schon durch ihre Beschaffenheit unzugänglich, und es ist hier hinreichend: blos die Häfen und Handelsstädte zu befestigen, durch deren Hinwegnahme der Feind sich mancherlei Hülfsquellen eröffnen könnte.

Digitized by Google

Am schwächsten ist die, von keinen natürlichen Hindernissen umschlossene Grenze eines flachen und fruchtbaren Landes, dessen reicher Anbau dem Feinde mancherlei Hülfsmittel zu seiner Subsistenz darbietet. Hier kann ihm der Eintritt blos durch eine — vielleicht mehrfache Reihe von Festungen verwehrt werden, die seine Verbindung unterbrechen und durch ausgeschickte starke Partheien seinen Unterhalt erschweren, während sie zugleich als Operationsbasis für die Unternehmungen gegen das feindliche Land dienen. Ohne Festungen würde eine solche offene Grenze jedem feindlichen Einbruche blosgestellt seyn; Nichts würde sie gegen die Streifereien der leichten Truppen schützen; Nichts die Schritte des Feindes hindern, und der zu ihrem Beistande herbei eilenden Armee Zeit zu ihrer Ankunft, oder bei unglücklichen Ereignissen einen Versammlungs- und Stützpunkt verschaffen.

Grenzfestungen sind zu Verstärkung und Vertheidigung einer an sich schwachen Landesgrenze bestimmt. Sie finden daher in hohen Gegenden nur einzeln an den Pässen und Durchgängen der Gebirge, häufiger hingegen in einem flachen und offenen Lande ihre Stelle. Dieses wird gewöhnlich von mehreren großen Flüssen durchschnitten, die in einem tiefen Bette langsam dahinfließen, und nur selten Furthe haben; daher sie dem Ingenieur wichtig und immer mit in die Vertheidigung zu ziehen sind; je nachdem sie mit der Grenzlinie parallel, oder in schräger, oder endlich in senkrechter Richtung auf sie fließen. Man muß deshalb ihren Lauf, ihre Einflüsse, ihre Breite und Tiefe, die Beschaffenheit ihres Bettes, und ihr gewöhnliches und ausserordentliches Steigen kennen, um die Lage und Beschaffenheit der Vertheidigungswerke dem gemäß anordnen, oder auch ihr Wasser zur Verstärkung der letztern anwenden zu können. Dasselbe findet auch in Hinsicht der Schifffahrtskanäle statt, die mehrere Flüsse unter einander verbinden, und die auf eine zweckmäßige Weise zur Vertheidigung benutzt werden können. Mehr oder weniger, je nachdem schon bei Ihrer ersten Anlage auf diesen, von ihnen zu nehmenden Gebrauch gesehen ward, oder nicht. Wichtig sind hier die Theilungspunkte der Gewässer, die Stau- und Schifffahrtsschleusen, so wie alle Hülfsmittel des Handelsverkehrs zu Wasser; die man stets in sichrer Hand haben muß, sowohl um sie dem Feinde zu entziehen, als vorzüglich, um sie zum eigenen Gebrauch bereit zu haben. Die an den Flüssen liegenden Festungen gewähren diesen Vortheil; sie sichern oder verhindern die Schifffahrt, sowohl als den Uebergang der Truppen. Dieser Vortheil ist so wichtig, daß man bei Friedensschlüssen nie dem Feinde eine Festung am Grenzflusse zugestehen oder sie selbst begehren sollte, um jeden Anlaß zum neuen Kriege zu vermeiden. Mandar will deshalb die Grenz-

Digitized by Google

festungen 3000 Schritt von dem Flusse erbauen, und sie durch einen schiffbaren Graben mit jenem zusammenhängen, dessen Eingang durch ein starkes Fort gedeckt werden soll. Bei allen Wasservertheidigungen ist übrigens in den nördlichen Ländern das Eis zu berücksichtigen, das im Winter die Ströme bedeckt, und theils die durch sie geschützten Befestigungswerke dem Angriff aussetzt; theils bei seinem Aufbruch die am Wasser aufgeführten Baue zerstört, wodurch viele von Belidor und den Franzosen gemachten Vorschläge für Deutschland und die mehr nördlichen Länder ganz unbrauchbar werden.

Ein Gebirgsland, je mehr es natürliche Mittel zur Vertheidigung darbietet, um so genauer und sorgfältiger muß es in dieser Hinsicht untersucht werden, damit keine unnützen Bauten veranlaßt, sondern immer nur die wirklich wichtigen Punkte befestiget werden. So wie überhaupt der Krieg im Gebirge ganz besondere Einsicht, Aufmerksamkeit und Thätigkeit von Seiten des Feldherrn erfordert, und für die Truppen äußerst beschwerlich und ermüdend ist: so findet auch hier die Befestigungskunst in der Unregelmäßigkeit des Terrains ganz eigene Schwierigkeiten und Hindernisse, die sich nur durch eine große Fruchtbarkeit des Genies und durch eine große Summe von Hülfsmitteln besiegen lassen. Beim ersten Anblick scheint sich hier alles zur Vertheidigung zu eignen. Allein, bei genauerer Untersuchung findet man auf allen Seiten Zugänge, die man durchaus alle beachten muß, wenn man sich nicht in die Gewalt eines klugen und thätigen Feindes geben, wenn man ihm die Mittel rauben will, uns mit Erfolg anzugreifen oder einzuschließen. Hält man die Nachtheile der Gebirgslage mit ihren Vortheilen gegen einander: sollte man fast auf den Gedanken kommen, sie zu verlassen, und weiter in das flache Land herab zu gehen. Allein, nahe am Hochlande ist man eingesehen; und weiter davon ist man nicht mehr im Stande, dem Feinde den Durchgang zu verwehren. Er kann nun die Besatzung durch ein bloßes Detaschement beobachten lassen, während er mit seiner übrigen ganzen Macht ungehindert in dem Lande vordringt. Es bleibt daher Nichts andres übrig: als sich aller Zugänge, Thäler, Schluchten und Wege zu versichern, und selbst den unbedeutendsten Fußsteig nicht unbeachtet zu lassen. In dem Feldzuge von 1800 ward der Luciensteig durch das Oesterreichische Bataillon von Stein im Rücken angegriffen, indem es auf dem schräge anliegenden Schnee längs einer senkrechten Felsenwand hinging, das ihm zu jeder andern Zeit durchaus unmöglich geworden seyn würde. Man ist dadurch im Stande: mit einer sehr geringen Macht eine Gebirgsgrenze gegen einen weit überlegenen Feind zu vertheidigen.

Kein Land hat in Rücksicht seiner Grenzfestungen soviel aufgewendet, als Frankreich unter der Regierung Ludwigs XIV

und XV, wo es sich mit einer dreifachen Reihe fester Orte umgab, die eine ziemlich starke Vormauer darboten. Vauban zählte ihrer 1705 in allem gegen 300; nämlich 119 Städte; 34 Citadellen; 58 Schlösser oder Forts; 57 Sternschanzen und 29 Redouten, zu deren Besetzung in Friedenszeiten 172 Bataillone nöthig waren. Späterhin ließ man einen beträchtlichen Theil davon eingehen, und theilte die unterhaltenen in drei Klassen, von der die erste in beständigem Vertheidigungsstande seyn, und nöthigenfalls verstärkt werden, die zweite blos in ihrem gegenwärtigen Zustande, ohne weitere Verstärkung erhalten werden, die dritte aber so bleiben sollten, wie sie waren, blos mit den nöthigen Ausbesserungen der Militairgebäude. Die 48 Festungen der ersten Klasse waren:

Calais, Gravelines, Dünkirchen, Bergen, St. Omer, Lille, Douai, Valenciennes, Condé, Maubege, Philippeville, Charlemont, Givet, Mezières, Sedan, Montmedy, Longwy, Thionville, Metz, Saarlouis, Bitsch, Landau, Straßburg, Neubreisach, Hüningen, Besançon, Fort Barraur, Grenoble, Briançon, Mont Dauphin, Antibes, Toulon, Forts von Marseille, Perpignan, Fort Vendées, Montlouis, St. Jean-pied-de-port, Bayonne, Blaye, die Insel Oleron, la Rochelle, die Insel Rhé, Belle isle, Fort-Louis, Brest, St. Malo, Cherbourg und Havre de Grace. Die dazu gehörenden 7 Posten waren: Fort-Fluys, Pierre Chatel, Queras, die Forts Cette, Bellegarde, und Medoc, die Insel Aix und la Hogue.

Die 27 Festungen der zweiten Klasse waren: Boulogne, Ardres, Aire, Bethune, Arras, Bouchain, Cambray, le Quesnoi, Landrecies, Guise, Avesnes, Rocroi, Verdün, Marsal, Weißenburg, Fort-Louis am Rhein, Pfalzburg, Schletstädt, Befort, Embrün, Entrevaux, St. Tropez, Collioure, Navarreins, Rochefort, l'Orient, Grandville. Die zugehörigen 40 Posten waren: die Citadelle von Montreuil, St. Venant, Bavai, Marienbourg, das Schloß Bouillon, Carignan, Stenay, Rodemachern, Sierk, Lauterburg, Petite-Pierre, Fort-Mortier, Landskrone, das Schloß Blamont, das Schloß Joux, St. Vincent, Val-de-Barcelonette, Colmar, die St. Margarethen Insel, die Hieren, die Citadelle St. Esprit, Aiquemorte, das Fort Breskou, das Fort des Bains, Prats de Mollo, Ville Franche, Fort Socoa, Fort Chapus, Fouras, das Schloß Niort, das Schloß von Nantes, die Insel Hoedic und Ouat, die Insel Grouais, Concarneau, das Schloß Taureau, das Schloß Chateau-neuf, das Schloß von Caen, das Schloß von Dieppe, und die Batterien und Verschanzungen an den Küsten.

In die dritte Klasse gehörten 22 Festungen: Abbeville, Montreuil, Hesdin, Doulens, Bepaume, Amiens, Peronne, Hamm, St. Quintin, la Fère, Toul, Nancy, Hagenau, Auronne, Sa-

Digitized by Google

lins, Valence, Seyne, Sisteron, Béziers, Narbonne, Carcassonne, und Carentan. Die zugehörigen 9 Posten waren: Fort Mardyk, Lichtenberg, Fort Alais, Peccais, die Citadelle von Montpellier, das Schloß Salzas, die Schlösser Lourdes, Dax und Brouage. Diese von dem Nationalconvent decretirten Grenzfestungen sind jedoch unter Napoleons Regierung theils nicht unterhalten, theils demantelirt worden.

Grund kommt bei den Festungsgebäuden vorzüglich in Rücksicht der Futtermauern in Betracht, durch welche der Erdwall unterstützt und das Ersteigen desselben verhindert wird. Der Felsen- und Steingrund hat hier als der festeste vor allem den Vorzug, Lehm, und grober mit fetter Erde gemischter Sand kommt ihm nahe, und erfordert ebenfalls keine kostbaren Grundbaue und Röste (s. dies Wort), die bei Triebsand, Letten, Mergelerde und Torf unerläßlich werden, weil hier die aufgeführten Futtermauern mit der Zeit tiefer einsinken und dadurch ihrer frühen Zerstörung entgegen gehen würden. Selbst bei einem anscheinend festen Grunde ist die Erdlage bisweilen nicht stark genug: der Last der aufgeführten Mauer zu widerstehen, sondern sinkt mit ihr zugleich in die darunter befindliche weichere Lage ein, oder wird wohl gar von ihr zerbrochen und läßt sie zwischen sich hindurch gleiten. Man muß daher bei jedem dergleichen Bau nicht allein die Festigkeit, sondern auch die Stärke der Erdlage untersuchen, auf welche die Grundmauer gesetzt werden soll, die niemals unter 12 bis 15 Fuß betragen darf.

Grundmauer (fondemens) dient zur Verbindung des aufgeführten Gebäudes mit dem Erdboden, und muß daher in Absicht ihrer Stärke mit der Last im Verhältniß stehen, welche sie zu tragen hat. Ihre Höhe wird durch die Tiefe bestimmt, bis auf welche man in die Erde graben muß, um einen festen Grund zu finden; so daß die Grundmauer um 1 bis 2 Fuß über die Grabensohle, oder über den höchsten Wasserspiegel eines nassen Grabens empor stehet. Die Baumeister sind über die größere Breite der Grundmauern nicht einig: Scamozzi will ihnen $\frac{1}{8}$ der Mauerstücke auf jeder Seite Vorsprung geben; Philibert de lorme setzt letzteren auf $\frac{1}{4}$ der Mauerstücke, ja Palladio verlangt die Grundmauer doppelt so stark, als die auf ihr stehende obere. Alle fehlen darin: daß sie auf die Höhe der letzteren und auf den daraus entstehenden Druck derselben keine Rücksicht nehmen. Belidor setzt daher fest: daß bei 20 Fuß Höhe der Hauptmauer, die Grundmauer auf jeder Seite 4 Zoll vorspringen müsse, u. s. f. Man würde demnach $20' : 60' = 4'' : 12''$ setzen müssen, um die Stärke des Grundes für eine 60 Fuß hohe Mauer zu finden. Bei solchen Mauern, wo ein Seitendruck statt findet, wie bei den Futtermauern der Wälle, ist es zugleich vortheilhaft: die Stärke der

Digitized by Google

Grundmauer so einzutheilen, daß $\frac{2}{3}$ derselben auf die äußere, dem Druck entgegen gesetzte Seite, kommen.

Die Grundmauer selbst wird von zugehauenen Bruchsteinen aufgeführt, die abwechselnd die schmale und die breite Seite vorn haben, weil dadurch eine stärkere Verbindung entstehet. Es ist zugleich vortheilhaft: die Sohle der Grundmauern mit $\frac{1}{24}$ der Breite Abdachung rückwärts zu legen, weil dadurch ihr Widerstand gegen den Druck der Erde bedeutend erhöhet wird. (S. Futtermauern.)

Wenn man nicht genug Bruchsteine oder Quadern haben kann, wird auf die untere Lage eine zweite, dritte u. s. f. von Ziegeln gelegt, die man ebenfalls in Hinsicht ihrer Länge und Breite abwechseln läßt, und jede Reihe um $\frac{1}{2}$ Ziegelbreite einrückt, damit die Fugen der unteren Lagen durch die oberen verdeckt werden und nirgends die Fugen zweier Reihen auf einander stoßen. Bei solchen Grundmauern, die auf einem Felsenboden ruhen, ist es fast immer unmöglich: ihre Sohle in eine horizontalen Fläche zu legen; man muß ihn daher stufenweise bearbeiten und oben einspitzen, damit der Kalk sich anhängt und die Steine um so fester darauf liegen. Bei solchen Bauten, die am und im Meere aufgeführt werden und dem Stoße der wüthenden Wellen widerstehen sollen, ist diese Verbindung des Grundes mit dem Mauerwerke noch nicht hinreichend. Sie muß hier öfters durch eingelassene eiserne Stangen verstärkt werden, wie bei dem Leuchtthurm auf Eyde-stone an der Englischen Küste. Ist der Felsen sehr uneben: muß man ihn stufenförmig bearbeiten lassen, damit die Grundmauern auf einer horizontalen Fläche stehen. Belidor schlägt vor: hier Kästen von der Größe und Form der Grundmauern aufzurichten, und sie mit einer festgestampften Mischung von zerschlagenen Feldsteinen oder Kiesel und gutem Mörtel anzufüllen. Auf diese Weise soll die nach und nach sich erhärtende Mauer eine hinreichende Consistenz bekommen, um die auf ihr errichteten Futtermauern zu tragen, indem sie die Unebenheiten der Oberfläche des Felsen ausgleichet.

Bestehet der Grund aus weichem Moorboden, Flugsand u. dgl.: muß die Grundmauer nothwendig auf einem Pfahl-Rost (s. dies Wort) von Pfahlwerk gesetzt und wasserdicht aufgemauert werden, damit sie nicht auf einer Seite mehr, als auf der andern einsinkt, und nachher dadurch Risse entstehen. Finden sich in dem Grund nur einzelne weiche Stellen und Wasserschwiehlen: werden sie mit Erdbögen überwölbt (w. n. i.) und nachher auf diese die Mauern gesetzt. Das Wasser sammelt man in einer Art Brunnen, dessen Wände mit Thon ausgeschlagen sind, und den man mit Feldsteinen von mittlerer Größe anfüllt, und diese mit Strauch und Erde bedeckt. Von hier

wird alsdann das sich sammelnde Wasser durch ausgemauerte Rinnen, oder auch wohl durch Röhren abgeleitet. Bei einem Thongrunde, der die mit aller Gewalt eingerammten Pfähle wieder empor treibt, muß man sich der liegenden Rostwerke bedienen (w. n. i.), auf welche man die Futtermauern setzt. Damit jedoch die letztern nicht von dem liegenden Roste abgleiten, wie zu St. Winorbergen, wo dies an der ganzen Futtermauer einer Ravelinface geschahe, muß nicht nur der Rost eine hinreichende Breite bekommen, und 2 bis 3 Fuß unter der Grundmauer hervortreten; sondern es ist hier auch nützlich: auf der Seite des Grabens einen 8 bis 10 Zoll hohen Balken auf dem Rost zu befestigen, der als Randleiste die Grundmauer einfaßt, und das Abgleiten derselben verhindert. Da zugleich der Kalk das Holz anfrißt; müssen die Bohlen des Rostes mit weichem Thon belegt werden, auf den man nachher die Grundmauer in guten, wenigstens dreitägigen Kalk einsetzt. Tritt dabei vielleicht der Fall ein: daß ein altes Stück Grundmauer benutzt werden soll; müssen in sie wegen besserer Verbindung mit dem neuen Mauerwerke Vertiefungen eingehauen, sie von allem Schmutz und Staube auf das sorgfältigste gereiniget und stark mit Wasser benetzt werden. Es ist hier sehr vortheilhaft, die hinreichend angesprengte Mauer mit gutem, dünnen Kalk, etwa 3 Lin. dick, zu überstreichen, so daß er in die Oeffnungen und Poren des alten Steinwerks eindringt, und dieses um so besser mit dem Mörtel der darauf zu setzenden Mauer verbindet.

Sollte in niedrigem Terrain das Wasser zu häufig eindringen, und die Aufführung der Grundmauer erschweren; wird hier blos so viel Erde ausgegraben, als man im Stande ist, auf einmal Grundmauer aufzuführen (etwa 11 bis 12 Fuß), und das eindringende Wasser so schnell als möglich ausgeschöpft, wenn man vorher von 3 zu 3 Fuß zu beiden Seiten Pfähle eingeschlagen und ein auf der langen Seite angeschärftes Brett zwischen sie und die stehen bleibenden Enden eingetrieben hat. Zwischen diesen Brettern wird nun die Grundmauer mit Cementmörtel bis über den Wasserstand aufgeführt, und alsdann erst das folgende Stück der Mauer mit dem vorher aufgeführten in Verbindung gesetzt. Zu dem Ausschöpfen des Wassers werden entweder gewöhnliche Pumpen- und Schaufelwerke (oder Schnecken) angewendet, oder es wird — leichter und geschwinder — durch angestellte Arbeiter mit Wasserschaufeln und Eimer verrichtet.

Weit schwieriger noch ist der Grundbau im Wasser selbst, wo außerhalb eine wasserdichte Spundwand (s. dies Wort) geschlagen, und nachdem das Wasser ausgeschöpft worden, in derselben die Mauer aufgeführt wird, wie es immer an allen Brückenpfeilern, Schleusen ꝛc. geschieht. Bei dem Bau der Ha-

Digitized by Google

fenbefestigungen am Meere und überall da, wo kein Ausschöpfen statt findet, muß man sich eines andern Mittels zu Erlangung einer festen Grundmauer bedienen. Man wirft nämlich zur Zeit des niedrigen Wasserstandes in der schon vorher bezeichneten Richtung große Steine und Felsstücke in das Wasser, so daß über jede Lage derselben eine Lage grober Kies und kleine Steine kommen, die man wieder ihrerseits mit Kalk und Traß überschüttet (S. Cementmörtel), daß alles sich im Wasser zu einem festen Kitt verbindet. Hat man auf diese Weise den Grund bis auf 4 Fuß unter dem Wasserspiegel gebracht, läßt man ihn ein Jahr liegen, ehe man weiter darauf fortbauet, damit er durch die stete Bewegung der Wogen sich vorher zusammensetze, und eine hinreichende Festigkeit bekomme.

Es ist bei diesem Bau vorzüglich darauf zu sehen: daß der Grund eine hinreichende Breite bekommt, um die Futtermauern tragen zu können. Man giebt ihm zu dem Ende die doppelte, oder auch wohl die dreifache Höhe zur Anlage der Böschung, besonders auf der gegen das Meer gekehrten Seite, wo die Wellen die größte Gewalt ausüben. Diese erstreckt sich jedoch nie über 12 bis 13 Fuß in die Tiefe, so daß man — wenn die Werke in einer größeren Meerestiefe angelegt werden sollen — bis auf 14 Fuß von der Oberfläche sich kleineren Steinwerkes bedienen und die größeren Steine und Felsenstücken für den oberen Theil aufsparen kann. An solchen Orten, wo sich Austern in der Nähe finden, ist es vortheilhaft: sie unter das eingeworfene Steinwerk zu mischen, weil sie sich sehr schnell vermehren, und dann alle Zwischenräume der größeren Steine besser ausfüllen, als es durch den eingeschütteten Kies geschieht.

Es ist übrigens bei Aufführung dieses Mauerwerkes unter Wasser zu bemerken: daß sein Volumen allezeit kleiner wird, als daß der angewandten Materie, einzeln summirt. Zu 3456 Würfelfuß Grundmauer waren nöthig:

942	Würfelf.	Puzzolen-Erde.
471	—	Sand,
1070	—	Steingruß,
235	—	klaren Hammerschlag,
706	—	klaren ungelöschten Kalk,
618	—	Steine,

welche zusammen 3992 Würfelfuß beträgt, weil nämlich das Volumen des Kalkes beinahe gar nicht in Anschlag gebracht werden darf. Ueber diese 3456 Würfelfuß Mauerwerk arbeiteten 30 Mann in 8 Arbeitsstunden 12 Tage. Von diesen wurden 72 Stunden auf die Bereitung des Mörtels verwendet; 24 aber waren nöthig, ihn in die dazu bestimmten Kasten zu schütten und wechselsweise mit den Steinen auf den Grund des Wassers hinunter zu lassen.

Bei einer geringern Wassertiefe von etwa 15 bis 20 Fuß geschiehet der Bau sicherer und fester durch große, wasserdichte Kästen von 60 bis 80 Fuß Länge und 12 bis 24 Fuß Breite, die auf den Grund hinuntergelassen werden, und in denen nun die Maurer mit aller Sicherheit und Bequemlichkeit arbeiten können. Die Seitenwände dieser Kästen werden so eingerichtet: daß sie sich nach vollendeter Mauer leicht von dem Boden abnehmen lassen, der nun als liegender Rost dienet, wo man die Wände bei der Fortsetzung des Baues zu andern Kästen anwenden kann. Sollte der Grund nichs überall hinreichende Festigkeit haben, um kein Nachsinken der Mauern befürchten zu dürfen, werden Grundpfähle dicht an einander eingerammt, welche den Raum der Mauern völlig einschließen, und zwischen die man andere Reihen Pfähle setzt, um die vorerwähnten Kästen darauf setzen zu können, wenn sie vorher in gleicher Höhe abgesägt werden. Der bekannte Baumeister Perronet hat zu diesem Behuf eine besondere Maschine erfunden. Die weitere Auseinandersetzung dieses Gegenstandes würde uns jedoch hier von unserm Ziele entfernen, und gehört eigentlich in den Wasserbau. Man findet das Nöthige darüber in Belidors Wasserbaukunst 3. Bch. 11. Kap., in Wiebekings Wasserbaukunst, und in Woltmanns Beiträge zur Hydraulischen Architektur.

Die Grundmauern der Gebäude werden nach Verhältniß der Last, welche sie tragen sollen, auswendig mit 1 bis 2 Zoll, auswendig aber mit 5 bis 6 Zoll Vorsprung aufgeführt; die Grundmauern der Scheidewände hingegen dürfen nur 3 Zoll stärker seyn, als die letztern selbst. Bei solchen Gebäuden, die blos aus Fachwerk bestehen, ist ebenfalls keine größere Breite der Fundamentmauer nöthig.

Grundpfähle s. Pfahlrost.

H.

Hängekompaß oder Grubenkompaß (brussole du mineur) dient zur Bestimmung des Streichens der Minengänge, d. h. der ihnen zu gebenden Richtung, und ist deshalb in einem Ringe dergestalt beweglich, daß er vermittelst zweier, an demselben befindlichen Ringe an einer horizontal ausgespannten Schnur aufgehangen werden kann. Man bedient sich jedoch dieses Kompasses nur noch bei Anlegung der Gegenminen, um die vielen Gallerien eines Systemes in der gehörigen Richtung zu führen. Ja, auch hier bedarf man des Kompasses nicht, weil man die Richtung des Ganges sehr genau und mit geringer

Digitized by Google

Schwierigkeit durch die auf den Schwellen bezeichnete Mittelslinie, und eine über dieselbe gezogene Schnur bestimmen und erhalten kann.

Hängewerke werden theils bei großen Gebäuden, als Exerzierhäusern ꝛc., deren Bestimmung keine Säulen und Scheidewände im innern Raum zuläßt, theils auch bei Brücken angewendet, wo ein größerer Raum überspannt werden muß, als es die Stärke des Balkenholzes gestattet. Es besteht demnach ein Hängewerk aus den liegenden Balken a b, und den Hängesäulen c d und Streben d a, d b. Fig. 130 und 131. Tab. XI., welche jene unterstützen, und das Biegen derselben hindern. Es ist hierbei gleichgültig: ob eine oder zwei Hängesäulen angebracht werden, das letztere muß immer geschehen, wenn a b zu lang wird, wo alsdann die Streben a d und d b ebenfalls zu lang werden würden. Denn, je stumpfer der Winkel ist, welchen die Streben mit dem Lieger a b machen; eine um so grössere Kraft haben sie: dem Druck zu widerstehen. Es fällt jedoch in die Augen: daß hier ein bestimmtes Maximum statt findet, weil bei einer zu großen Länge der Balken a b die Streben zu weit von a und b hereinwärts gerückt werden müßten, und nun selbst auf die Lieger drücken würden. Um nun nicht auf jede der letzteren eine Hängesäule stellen zu dürfen, was bei Dächern den Holzaufwand zu sehr vermehren, bei Brücken aber auf den mittleren Balken gar nicht anwendbar seyn würde: legt man einen Träger M queer über oder unter die Balken, der an diese letzteren angebolzt, an die Hängesäule aber vermittelst des Hängeeisens befestiget wird.

Bei sehr breiten Gebäuden und bei Brücken wird die Zahl und Entfernung der Hängesäulen durch den Grundsatz bestimmt: daß die tragenden Balken nicht über 20 Fuß im Lichten frei liegen dürfen. Sie werden zugleich gewöhnlich aus zwei in einander verzahnten Holzstücken B. Fig. 132. zusammengesetzt, weil alle andere Hölzer mit ihrer vollen Stärke durch die Hängesäulen laufen, und diese dennoch an den Seiten einige Zoll breit Holz behalten müssen, um die Last der an ihnen hängenden Balken zu tragen. Die Streben oder Bänder c d. Fig. 132. werden zu besserem Widerstande unten mit einem Zapfen und Vorsatz versehen, oben aber in die Hängesäule eingesetzt, w. Fig. 132., daß sie zugleich gegen einander wirken und die Säule tragen. Dies giebt einen größeren Widerstand, als die bloße Versetzung x. Fig. 133. Tab. XI. Auch die Dachsparren f g auf gleiche Weise zu versetzen, ist unnütz. Sie dürfen blos oben in die Hängesäule eingeschnitten und gegen einander angeplattet werden.

Digitized by Google

In Hinsicht des Hängeeisens ist zu bemerken: daß die Säule auf dem Balken oder auf dem Träger nicht fest aufsitzen darf, sondern einige Zolle Spielraum haben muß, um nachher die Balken durch Nachschrauben oder Ankeilen aufwärts bringen zu können, wenn sie sich in der Mitte um etwas senken, wie dies bei allen Hängewerken gewöhnlich gleich nach dem Aufrichten oder späterhin geschiehet.

Zu den merkwürdigsten Werken dieser Art gehört das 70 Fuß breite und 660 Fuß lange Exerzierhaus in Potsdam, das in Gilly's Landbaukunst näher beschrieben und daselbst Fig. 141. durch eine genaue Zeichnung näher erläutert wird. Eine noch größere Breite hat das von Schubknecht erbauete Exerzierhaus in Darmstadt, 319 Fuß lang und 151 Fuß breit. Seine Mauern sind am Risollit 9 Fuß, übrigens aber 6 Fuß dick, und werden durch Strebepfeiler unterstützt, die eine Art Bogengang bilden.

Halbes Bollwerk (Demi-bastion) findet sich gewöhnlich an Horn- und Kronwerken, deren lange Linie durch die Capitale gebildet werden. Es bestehet demnach blos aus einer Flanke G D Fig. 134., einer Façe B D und der Capitale B P. Seine Dimensionen hängen, wie bei den ganzen Bollwerken (s. dies Wort.), von der Länge der Polygonen und des Perpendikuls ab. Die ältern Kriegsbaumeister haben dergleichen halbe Bollwerke gewöhnlich bei den, am Ufer eines Flusses liegenden Festungen angebracht, wie man an dem Bollwerke St. Francesco zu Verona sieht, Fig. 56. Tab. V., dessen Capitale F gegen die Etsch G siehet und 3 Kanonenbänke hat. In der Façe sind 2 Schießscharten, eben soviel in der niederen, oben offenen Flanke A; 3 aber in der hohen, einwärts gekrümmten Flanke B, wo sich auch 2 Gewölbe E und ein Durchgang nach der niederen Flanke befinden D.

Die halben Bollwerke bei Brückenschanzen und Citadellen anzuwenden, bleibt wegen des zu engen Raumes in denselben immer fehlerhaft. Eine zweckmäßige Zangenform gewährt unter allen Umständen hier eine kräftigere und der Lage des Terrains angemessenere Vertheidigung.

Halbe Caponiere (Demi-Caponière) zu Deckung des Zuganges der Außenwerke haben nur eine, nach außen gekehrte Brustwehr in Form eines Glacis. Cormontaigne legt sie queer über den Graben der Bollwerksfaçen, von dem Schulterpunkte nach den hintern Ecken des Ravelins. Sie decken hier die Oeffnung zwischen dem Bollwerk und der Grabenscheere, bestreichen den Graben der Bollwerksfaçen und erhalten die Verbindung mit den Waffenplätzen der eingehenden Winkel. Zwei

Digitized by Google

andere halbe Caponieren laufen queer über den Ravelingraben; sie haben außer der eben erwähnten letzteren Bestimmung noch die der Bestreichung des Ravelingrabens. Erlaubt endlich die Beschaffenheit des Umrisses dem Feinde: sich zugleich vor dem Bollwerke und Raveline festzusetzen: muß man noch zwei halbe Caponieren vor die Bollwerkfaçen, 12 bis 15 Fuß außerhalb der Treppe des eingehenden Winkels legen, um diese Treppe gegen einen raschen Anfall des Feindes zu schützen. Bei einem Festungsumriß mit großen Ravelinen sind diese letzteren Caponieren jedoch überflüssig. Die Caponieren bekommen durch ihre Brustwehr einen gebogenen Eingang a, der durch einen vorliegenden Erdkeil m und hinten durch ein Gatterthor p versichert ist. Fig. 135. Tab. XI.

Halbe Kehle (Demi-gorge) wird bei jedem Bollwerke immer durch die Größe der Flanke und der Kurtine bestimmt, und wird kleiner, so wie die eine oder die andere zunimmt. Es ist $GS = FS - FG$, und in dem Dreieck BFS, der Winkel F : BS :: der Winkel FBS : FS, daher $FS = \frac{l.\ Sin.\ (A-B)}{Sin.\ B}$; und GS oder $g = \frac{l.\ Sin.\ (A-B)}{Sin.\ B.} - c = \frac{b.\ Sin.\ (A-B)}{Sin.\ A.} - c$; deren $l = \frac{b.\ Sin.\ B}{Sin.\ A.}$ (S. Capitale.)

Da die Courtine (s. dies Wort) $c = 2b.\ cos.\ B - a$; wird $g = \frac{b.\ Sin.\ (A-B)}{Sin.\ A.} - 2b.\ cos.\ B. + a$, und folglich

$$g = a + \frac{b\ (Sin.A.\ Cos B - cos.A.\ Sin.B) - 2b.\ cos B.\ Sin.A;}{Sin.\ A.}$$

und $g = \frac{a - b\ cos.\ A.\ die\ B + b.\ cos B.\ Sin.\ A.}{Sin.\ A.}$ endlich $g = a - \frac{b\ Sin.\ (A+B)}{Sin.\ A.}$; auch $g = a - \frac{l\ Sin.\ (A+B)}{Sin.\ B.}$, denn $l = \frac{b\ Sin.\ B.}{Sin.\ A.}$, und daher $\frac{l}{Sin.\ B.} = \frac{b}{Sin.\ A.}$. Man sehe auch Artik. Bollwerk.

Halber Mond (Demi-lune) s. Ravelin.

Halbe Parallelen (Demi-paralleles oder Demi-places d'armes) werden zu beiden Seiten der verlängerten Capitalen, 175 bis 180 Schritt vom vorspringenden Winkel angelegt, um dem Feinde einen bessern Widerstand zu leisten und seine spätern Ausfälle zurückweisen zu können. Ihre Länge ist so, daß

sie von den verlängerten Linien des bedeckten Weges, welche den vorspringenden Winkel bilden, abgeschnitten werden; damit man hier Haubitzbatterien anlegen kann, die Senkschüsse gegen den bedeckten Weg thun, und indem sie die langen Linien desselben rikoschettiren, die Besatzung vertreiben und die Pallisaden zertrümmern. Diese, die Eroberung des bedeckten Weges vorbereitende Batterien können in weniger als 24 Stunden fertig seyn, und daher schon Tages darauf an zu feuern fangen.

Halbe Waffenplätze s. das vorhergehende Wort.

Halbmesser (le rayon), großer, ist die Entfernung der Polygonspitze von dem Mittelpunkte A C. Fig. 2. Tab. I. Man findet ihn $= \frac{A.D}{Cos.\,A.} = \frac{a}{2.Cos.A.}$, wo A den halben Polygonwinkel B A C, D. den Streichwinkel D H A, und a die äußern Polygon A B ausdrückt.

Der kleine Halbmesser (petit rayon) r ist

$$= \frac{2g+o}{2\,Cos.\,A} = \frac{a}{Cos.A} - \frac{b.\,Sin.\,(A+B)}{Sin.\,A.\,cos.\,A} + \frac{b.\,Cos.\,B.}{Cos.\,A.}$$

$$- \frac{a}{Cos.\,A.} = \frac{a}{2.Cos.A} + b\left(\frac{Cos.\,B.\,Sin.\,A - Sin.\,(A+B)}{Sin.\,A\;\;cos.\,A}\right)$$

$$= \frac{a}{2.Cos.A} - \frac{b.\,Sin.\,B.}{Sin.\,A.}$$

Hier ist A der halbe Polygonwinkel B A C, Fig. 2. Tab. I; B der kleine Winkel B A M; a die äußeren Polygone A B; b die Streich- oder Defenslinie A G; c die Courtine F G; und g die halbe Kehle G S. Man siehet, daß der große und der kleine Halbmesser mit den äußern Polygonen und dem Polygonwinkel im Verhältniß stehen. (S. Bollwerk.)

Haltbare Orte unterscheiden sich von den wirklichen Festungen dadurch: daß sie, nicht eigentlich zur Vertheidigung bestimmt, dennoch derselben fähig sind. Alte Schlösser, mit guten Mauern und tiefen Gräben umgebene Städte, selbst offene Orte, die aber mit Wasser umflossen sind oder sonst in einem unzugänglichen Terrain liegen, gehören daher in diese Cathegorie. Es bedarf gewöhnlich bei ihnen nur einer geringen Nachhülfe, um sie zum Widerstande geschickt zu machen. S. Städte und Posten.

Handgewehr (armes blanches) dient bei Vertheidigung der Festungen vorzüglich dazu: den stürmenden Feind auf der Breiche zu empfangen. Es besteht aus Piken und Sturmsensen, seitdem die alten Mordgewehre von mancherlei Namen und

Form (Sturmflegel, Morgensterne, Partisanen ꝛc.) aus dem Brauch gekommen sind. Nach den französischen Bestimmungen werden auf jede mögliche Bresche 30 Sturmsensen gerechnet; dies ist jedoch zu einer guten Vertheidigung offenbar zu wenig, es werden 50 erfordert. Es wäre gewiß sehr vortheilhaft; die detaschirten Werke, deren nachdrückliche Vertheidigung die Dauer der Belagerung bedeutend verlängern kann, auf $\frac{2}{3}$ oder $\frac{4}{5}$ ihrer Besatzung mit Piken oder Sturmsensen zu versehen und diese dergestalt auf die Brustwehr zu legen, daß sie vom ersten Gliede gegen den stürmenden Feind bequem gehandhabt werden können. Man würde gewiß weit mehr damit ausrichten, als mit dem nur zu unsichern Schuß, oder mit der kurzen Bajonetflinte, die nicht eher anwendbar wird, bis der Feind die Brustwehr erklettert und sich nun durch seinen höhern Stand die Ueberlegenheit über die Vertheidiger verschafft hat. Daß die letzteren, zu besserer Gegenwehr, selbst auf die Brustwehr springen sollen, ist zwar in mehreren Kriegsbüchern empfohlen, wird aber wohl nie ausgeführt werden.

Handgranaten (grenades) gehörten noch zu Anfange des achtzehnten Jahrhunderts zu den wichtigsten Angriffs- und Vertheidigungsmitteln des bedeckten Weges. Gegenwärtig aber bedient man sich ihrer blos noch zu den Wachtelwürfen, weil man gefunden hat, daß sie theils den Granatierern in der Hand zerspringen und diese selbst beschädigen; theils auch aus Ungeschicklichkeit rückwärts, in die eigenen Reihen fallen. Beidem ließe sich jedoch leicht abhelfen: wenn die Zünder in eine papierne Hülse mit gehöriger Sorgfalt geschlagen und alsdann in eine Brandröhre von verzinntem Blech eingesetzt würden; und wenn man zweitens die Granaten nicht mit der Hand, sondern mit dazu verfertigten ledernen Schleudern werfen ließe (w. n. i.) Dies geschah bei der Vertheidigung von Landau durch die Franzosen 1704, und hielt das Vorrücken der Belagerungsarbeiten sehr auf.

Die Handgranaten sind $3\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser groß, haben oben 4 Linien und unten 5 Linien Eisenstärke und wiegen 3 bis 4 Pfund. Ihre Brandröhren müssen 12 bis 15 Sekunden dauern, und kann man mit der Hand die Granate 50 bis 60 Schritt weit werfen.

Handmühlen (Moulins à bras) sollten nie bei der Ausrüstung einer Festung fehlen, wenn sich besonders nicht mehrere Wasser- oder Roßmühlen in derselben befinden. Man ist dadurch im Stande: auch das ungemahlene Getreide anzuwenden, selbst wenn durch das Bombardement oder durch einen andern Zufall die vorhandenen Mühlen unbrauchbar geworden sind.

Digitized by Google

Handramme (Dame oder Demoiselle) wird bei dem Erdbau zu dem Feststampfen der Erde angewendet. Sie bestehet aus einem runden Holzstück 2½ Fuß lang, unten 14 bis 18 Zoll im Durchmesser, oben aber etwas schwächer und mit einem Handgriff versehen, der in die Queere hindurch geschoben wird. Bei den Ausrüstungen pflegt man auf jedes Geschütz 2, oder auch auf 50 Schaufeln 1 Handramme zu rechnen. Sie lassen sich im Nothfalle auch leicht aus 4½ Fuß langen Balkenstücken verfertigen, wenn sie 9 bis 12 Zoll ins Gevierte halten, wo man den obern Theil 2½ Fuß lang verschwächet, daß er bequem mit der Hand umfaßt werden kann.

Handschlägel (masse à main) werden von festem, hartem Holze verfertigt und mit einem 6 Zoll langen Stiel versehen. Die Handschlägel der Minirer sind von Eisen, und auf der Bahn verstählt. Sie wiegen 5 bis 7 Pfund.

Haubitzen leisten bei dem Angriff, wie bei der Vertheidigung, den Festungen sehr wesentliche Dienste. Bei dem Angriff sind sie das vornehmste Geschütz der Rikoschetbatterien, weil ihre Projektilen auch dann noch Schaden thun, wenn sie eigentlich ihres Zieles verfehlt haben. Man setzt daher die Rikoschetbatterien zur Hälfte aus Kanonen und Haubitzen zusammen. Dies ist um so eher möglich, als die Siebenpfündigen hierzu eben so gut brauchbar sind, als die Zehn- oder Zwanzigpfündigen; obgleich ihre Wirkung bei dem Zerspringen etwas geringer ist, als die der letzteren.

Zu den halben Parallelen legt man ebenfalls Haubitzbatterieen an, die Senkschüsse gegen den bedeckten Weg thun, um die Pallisaden zu zerstören und das Bestürmen derselben zu erleichtern. Bei einer Festung nach Cohorns Manier sind die Granaten gegen die versenkten Coffer vor den eingehenden Winkeln ebenfalls nicht ohne Wirkung, weil auch die fehlgehenden in dem dahinter liegenden Waffenplatze das gemauerte Reduit zerstören. Durch die Oeffnungen der Gräben und des bedeckten Weges feuern diese Haubitzen zugleich gegen die Façen der Bollwerke und Raveline, um hier die Erdwälle durch die darinnen springenden Granaten um so schneller zu vernichten. (S. Granaten.) Bousmard (Essai général de fortificat.) setzt ein hohes Vertrauen auf diesen Gebrauch der Haubitzen, das auch durch die bei der Preußischen Artillerie gemachten Erfahrungen einigermaaßen bestätiget worden ist. S. Eindringen. Man wird daher auch bei der Vertheidigung sich der Granaten mit Vortheil gegen die Batterien der Belagerer bedienen können, wo sie zugleich Gelegenheit darbieten: durch — der Ladung beigemischten geschmolzenem Zeug die Faschinirung in Brand zu stecken.

Digitized by Google

Mit gleichem Nutzen werden die Haubitzen in den vorspringenden Winkeln des bedeckten Weges gebraucht, um die auf den Capitalen hinlaufenden feindlichen Sappen zu rikoschettiren. Auch beim Sturm sind sie hinter dem Abschnitte von guter Wirkung, weil sie eine größere Kartätsche schießen, und weil man Granaten mit ganz kurz tempirten Brändern gegen die Stürmenden anwenden kann.

Hauptlinie s. Capitale.

Hauptminengang (galerie Magistrale) läuft bald dicht an der Futtermauer der Contreſcarpe, bald unter der Mitte des bedeckten Weges, bald auch unter oder vor dem Kamme deſſelben herum und dient zur Verbindung der nach dem Felde gehenden Aeſte und Horchgänge. Ihre Hauptbeſtimmung iſt die Zerſtörung der feindlichen Breſchbatterien, ſie mögen nun auf dem Kamm des Glacis oder unten im bedeckten Wege liegen. Bringt man demnach die Hauptgallerie unter letzterem an: muß man die Zerſtörung der Breſchbatterien durch den Verluſt der Hauptgallerie und der Contreſcarpe erkaufen. Unter dem Auftritt des bedeckten Weges aber iſt ſie den Punkten zu nahe, auf denen der Feind ſeine Batterien anlegen kann und erlaubt daher keine richtige Entwickelung des Minenſyſtems. Es ſcheint hieraus zu folgen: daß der zweckmäßigſte Ort für den Hauptminengang die Contreſcarpe ſelbſt ſey, wo noch durch die Futtermauern eine Erſparniß der Widerlage des Gewölbes bewirkt wird, und wo man auch in den Ausrundungen der Gräben leicht Schießlöcher anbringen kann, ſobald man es für gut findet.

Man macht ihr zwar hier den Vorwurf: daß der Feind ſie entdeckt, wenn er in den Graben hinab ſteigt. Allein, dies geſchieht erſt, nachdem er ſich des bedeckten Weges bemeiſtert und ſeine Breſchbatterien angelegt hat. In dieſem Augenblick aber iſt die Beſtimmung des Hauptminenganges völlig erfüllt, ſobald ſeine Einrichtungen die Schwierigkeiten begünſtiget, welche man dem Feinde bei jenen Arbeiten entgegenſetzen kann.

Weil alle nach dem Graben hinausführende Oeffnungen zugemauert werden müſſen, ſobald der Feind ſich dem bedeckten Wege nähert; muß man die Verbindung mit der Hauptgallerie durch einige, unter dem Graben hindurch geführte Gänge erhalten, die man durch darauf geſchüttete Erde gegen die Bomben ſichert. Die bequemſte Stelle für dieſe Gänge wäre die Kehle der Waffenplätze in den eingehenden Winkeln, wo ihr Ausgang nach der Hauptgallerie durch ein beſonderes Logement gedeckt werden kann. Sie laufen nach den Schultern der Bollwerke, und von da in die Feſtung.

Hauptwacht (corps de garde) dient in Feſtungen bei einem unerwarteten Anfall oder bei einer Empörung der Ein-

Digitized by Google

wohner als Rückzugs- und Unterstützungsposten für die sich sammelnde Besatzung. Sie muß daher immer auf einem freien Platze liegen, wo sie die Aussicht nach mehreren Hauptstraßen hat, und dieselben mit den, vor ihr aufgefahrnen Kanonen bestreichen kann. Da die Hauptwacht gewöhnlich stark besetzt wird: ist bei ihrer Erbauung auf die dazu erforderliche Größe Rücksicht zu nehmen, worüber unten am gehörigen Orte das Nöthige beigebracht werden wird. S. Wachthäuser.

Hebeleiter, ein genugsam bekanntes, in den mathematischen Compendien beschriebenes, mechanisches Rüstzeug, das aus einem langen und starken Hebelarm bestehet, dessen Ruhepunkt vermittelst des, durch die beiden Schenkel geschobenen Bolzens nach Gefallen erhöhet oder erniedriget werden kann. Die Hebeleiter wird jedoch mehr bei der Artillerie als bei dem Bauwesen angewendet.

Hebeschraube findet wegen ihrer ungeheuren Kraftäußerung im Bauwesen häufige Anwendung, um große Steine und andere Lasten in die Höhe zu heben. Hölzerne Gebäude, die durch die innere Verbindung der Schwellen, Rähmen und Riegel fest zusammen gehalten werden, lassen sich durch Anbringung einiger Hebeschrauben im Ganzen empor heben, um sie mit einer Grundmauer zu versehen u. s. w. „Bei der Hebeschraube „verhält sich die, am Ende eines, senkrecht auf ihrer Achse ste„henden Hebels, angebrachte Kraft zur Last, die in der Rich„tung die Axe drückt, wie die Höhe eines Schraubenganges „zu dem Umdrehungskreise, welcher das Ende des Hebels be„schreibt, und der die Länge desselben, von der Axe der Schrau„be an, zum Halbmesser hat.“ Man sehe: Prony Architectura hydraulica, §. 139. 339. 1077.

Heftlatten (Tringles) werden in den Minenschächten und Gallerien von einem Rähmen zum andern genagelt, um das Verschieben derselben zu verhindern. p. Fig. 10. Tab. I. Sie sind zu dem Ende gegen 4 Fuß lang, $1\frac{1}{2}$ Zoll breit und 1 Zoll stark. Man befestigt sie mit 2 Zoll langen eisernen Nägeln in die schon vorher gebohrten Löcher; oder besser, mit Holzschrauben, um das Geräusch bei dem Einschlagen der Nägel zu vermeiden. Sie werden entweder in gerader Richtung, oder auch auf die Fig. 10. bemerkte Weise angebracht, wodurch man etwas an dem Holzaufwande erspart, weil hier 2 Latten von $3\frac{1}{2}$ Fuß, in dem ersteren Falle aber 4 Latten von 3 Fuß auf jeden Rähmen nöthig sind.

Hecken s. Strauchwerk.

Herstellung der Bresche (Réparation de la brèche) muß sogleich nach erfolgter Uebergabe der Festung geschehen,

Digitized by Google

und, so wie das Zuschütten der Laufgräben mit dem größten Eifer betrieben werden, um durch eine unerwartete Erscheinung des Feindes nicht in Verlegenheit gesetzt zu werden, sondern ihm kräftigen Widerstand leisten zu können. Da hier keine langwierige Arbeiten zu unternehmen sind: muß man blos den Wall und Graben von den heruntergeschossenen Trümmern reinigen, und jenem, anstatt der eingestürzten Futtermauer, eine neue Unterstützung geben. Nachdem die im Graben befindliche Erde von den Steinen abgesondert worden, bringt man sie wieder auf den Wall, um sie hinter der zur neuen Verkleidung dienenden Faschine anzuschütten, und jede Lage von etwa 10 Zoll Höhe so fest als möglich zu stampfen. Die zu beiden Seite der Bresche noch stehende Futtermauer, die von den feindlichen Kanonenkugeln zertrümmert und erschüttert ist, muß vollends abgetragen werden, weil sie doch keine Dauer gewähren würde. Anstatt ihrer werden abwechselnde Lagen von 10 Zoll starken, gut verpfählten Faschinen und Erde aufgeführt, indem man zuerst eine dicke Faschine nach der äußeren Böschungslinie der Futtermauer legt, und die hinter ihr angeschüttete Erde feststampft. 4 Fuß hinter ihr wird eine zweite, und in gleicher Entfernung hinter ihr eine dritte Faschinenreihe angepflöckt, die man, zu noch größerer Festigkeit, mit starken Weiden untereinander verbindet. Auf diese Faschinen A. B. C. und die zwischen sie gestampfte Erde, kommt eine Lage 12 Fuß langer, dicht nebeneinander gelegter Faschinen, D, die mit den Köpfen vorn heraus stehen, und mit dem hintern Ende in den Wall reichen. Sie werden mit drei queer herübergelegten Faschinenreihen E E E Fig. 136. und mit dazwischen gestampfter Erde bedeckt, und man fährt auf diese Weise fort, bis die ganze Verkleidung die Höhe der Futtermauern erreicht hat.

Um das Ersteigen dieses Wallstückes zu hindern, pflegt man dasselbe wohl auch in der Höhe des Mauerbandes mit Sturmpfählen oder Freisen zu versehen (w. u. i.). Sie haben jedoch allgemein den Nachtheil: dem stürmenden Feinde ein Obdach gegen die, auf ihn herab geworfenen Handgranaten zu gewähren, und bei einem förmlichen Angriff schon durch die ersten Batterien zertrümmert zu werden. Bei einem trocknen Graben ist es daher vortheilhafter: den Fuß des Walles mit einer Reihe Defensionspallisaden gegen die Ersteigung zu schützen, die von dem feindlichen Feuer beinahe gar nicht getroffen werden können.

Heu- und Strohmagazine sind allezeit ein gefährlicher innerer Feind einer Festung, in der sie sich befinden; und dennoch sind sie unentbehrlich: entweder, um der zur Besatzung gehörenden Reiterei, oder auch wohl einem in der Nähe stehenden

Armeekorps, zum Unterhalt zu dienen. Da man zu dem ersteren Behuf eine ungleich geringere Menge Futters bedarf, läßt sich dasselbe auch bisweilen unter gedeckten und folglich gegen das feindliche Feuer sichern Gebäuden unterbringen. Die für ein ganzes Armeekorps bestimmten Vorräthe aber erfordern einen zu großen Raum; man kann sie nur in den Waffenplätzen des bedeckten Weges, an einigen Stellen eines trocknen Grabens, und mit einem Worte, an solchen Orten anhäufen, die durch ihre Lage den feindlichen Bomben weniger ausgesetzt sind. Hier muß allein die Beschaffenheit des Lokales und der Umstände zur Richtschnur dienen.

Hinderniſſe der Annäherung sind solche Dinge, welche entweder den unmittelbaren Angriff des Feindes hindern, als Palliſaden, Vorgräben, Wolfsgruben, Verhacke, angepflanzte Hecken und Strauchwerk, und Ueberschwemmungen; oder solche, durch welche die Führung der feindlichen Belagerungsarbeiten erschwert wird. Dahin gehören ein entweder sumpfiger und naſſer, oder ein felsiger Boden — an deſſen Stelle man in der neueren Zeit wohl auch die Grabensohle oder das Glacis, bis auf eine gewiſſe Tiefe mit Steinen gepflaſtert hat — ein steiler Bergabhang, Bäume und Sträucher, die man abhauen kann, und deren im Erdboden zurückbleibende Wurzeln das Vortreiben der Laufgräben und die Anlegung der Batterien erschwert; endlich die unter dem bedeckten Wege liegenden Gegenminen. Es fällt in die Augen: daß alle diese Dinge, einzeln oder gemeinschaftlich angewendet, die Widerſtandsfähigkeit einer Feſtung erhöhen. Ihr Gebrauch hängt jedoch immer von Lokalumſtänden ab, die den Ingenieur nöthigen, dem einen oder dem andern dieſer Mittel den Vorzug zu geben. Ueber ihre einzelne Anwendung, so wie über ihre Vortheile und Nachtheile sehe man unter den zugehörenden Artikeln.

Höhe der Feſtungswerke (le Relief) iſt entweder die abſolute, und wird von der Grabenſohle an gerechnet, oder die relative, in Beziehung auf den Horizont, oder auf ein vor- oder dahinter liegendes Werk; daher ſie — wenn ſie das letztere überhöhet — das Commandement genannt wird. (S. Ueberhöhen.) Könnte man die Feſtungen überall auf einem durchaus gleichen Boden anlegen, würde es blos der abſoluten Höhe der Werke bedürfen, die eben zureichend iſt: den inneren Raum gegen die feindlichen Stückkugeln zu ſichern, und die aus dem Graben kommende Erde unterzubringen. Allein, die zufälligen Umſtände, umliegende Höhen u. dgl. fordern oft eine gröſſere Wallhöhe, die ſich an jedem Polygon, ja wohl an jedem einzelnen Theile deſſelben abändert. (S. Defilement.) Man

Digitized by Google

bestimmt sie für jeden dieser Fälle durch die Profile, oder Durchschnittsflächen, welche die Façen der Werke senkrecht durchschneiden. Soll demnach eine Festung als gut profilirt angesehen werden, müssen ihre verschiedenen Werke einander gehörig decken, und die Futtermauern derselben nicht aus dem vorliegenden Felde gesehen oder beschossen werden können, sondern die oberen Flächen der Brustwehren mit dem Glacis eine fortlaufende Ebene bilden.

Die alten Kriegsbaumeister erhoben ihre Wälle nicht ohne Grund 26 bis 30 Fuß über das Feld, um dieses überall hinreichend bestreichen und die Laufgräben des Feindes auf jedem Punkte durch Senkschüsse treffen zu können. Es fällt jedoch in die Augen: daß sich die unerläßliche Deckung der Verkleidungsmauern durch das Glacis hiermit nicht ganz vereinigen läßt, und daß man den Werken nicht völlig die jener Absicht entsprechende Höhe geben kann. Mehrere Ingenieure haben daher sie nur etwa 12 bis 14 Fuß über den Horizont erhoben, so daß die Futtermauer mit dem Kamme des Glacis in einer Höhe lieget. Allein, dadurch gehet die Möglichkeit verloren: von dem Walle aus mit dem Geschütz die Laufgräben in B. Fig. 23. Tab. III. beschießen zu können, ohne die hinter dem Glacis F G stehende Besatzung des bedeckten Weges zu treffen. Denn, wenn diese nichts zu befürchten haben soll, muß der Auftritt des bedeckten Weges F wenigstens 9 Fuß, oder der Kamm des letzteren 4 Fuß unter der Schußlinie B D liegen, die man $3\frac{1}{2}$ Fuß tiefer annehmen muß, als die Krone der Brustwehr K. In dem vorliegenden Falle aber streichen die Kugeln nicht höher als 5 Fuß über den Auftritt hinweg, und die Besatzung muß während des Kanonenfeuers denselben verlassen. Selbst eine Höhe von 16 Fuß ist hier noch nicht hinreichend, und die Stückkugeln — wenn sie 8 Fuß über den Auftritt des $7\frac{1}{2}$ Fuß hohen bedeckten Weg hinweg gehen sollen, können erst auf 150 Ruthen von der Festung die Belagerungsarbeiten treffen, und diese werden völlig unter deren Geschütz seyn, sobald sie näher an die Festung heran rücken. Dies ist der Grund, warum andere ihren Festungswerken 18 Fuß Höhe gegeben haben, und Vauban sie 21 bis 22 Fuß setzt. Sie kommen jedoch hier bis 14 Fuß über den Kamm des bedeckten Weges empor, und die Futtermauern können schon von der ersten Batterie aus 12 Fuß hoch gesehen und herunter geschossen werden.

Wenn es nun überhaupt bei Bestimmung des Umrisses einer Festung darauf ankommt: daß ihre Werke das umliegende Terrain vollkommen bestreichen, damit der Belagerer bei seinem Vordringen auf jedem Punkte von einigen ihrer Theile gesehen ist; und wenn zugleich jenes Bestreichen des Feldes ungehindert der auf dem Banket des bedeckten Weges stehenden Be-

Digitized by Google

satzung geschehen muß: so folgt, daß die Höhe der Festungswerke 1) von der Höhe des gegenüber liegenden Glacis, 2) von der Entfernung desselben von der innern Böschung der Brustwehr, und endlich 3) von der Weite abhängt, in welcher die zu beschießenden feindlichen Belagerungsarbeiten von der eben erwähnten inneren Böschung der Brustwehr liegen. Diese 3 Dinge aber werden allein durch den Umriß der Festung bestimmt; die Höhe der Werke kann daher auch nicht unveränderlich seyn, sondern muß vielmehr aus der Lage, Größe und Form der Werke herfließen.

Es ist schon vorher (Artik. bedeckter Weg) die nothwendige Höhe des Glacis über dem Horizonte auf 6 Fuß vor dem Ravelin, und auf $7\frac{1}{2}$ Fuß vor den Brillenwerken und vor den Waffenplätzen der eingehenden Winkel gesetzt worden; die geringste Höhe des Walles muß demnach 11 bis $19\frac{1}{2}$ Fuß seyn und die vorspringenden Winkel des bedeckten Weges um 5 Fuß überhöhen, damit der auf letzteren angekommene Feind nicht die Façen der Werke enfiliren kann. Endlich muß das Kanonenfeuer wenigstens in die dritte Parallele reichen, und den zwischen 2 Capitalen fallenden Theil derselben beschießen können. Hieraus läßt sich denn leicht die gesuchte Höhe der Festungswerke finden, wenn man AF = der Entfernung der innern Fläche des Glacis von der Feuerlinie des Hauptwalles, FG = der Höhe, in welcher die Kugel über den Auftritt des Glacis hinweggehen muß, $11\frac{1}{2}$ Fuß, und AC = der Entfernung der dritten Parallele setzt. Man bekommt nämlich wegen der ähnlichen Dreiecke ACD und GCF

$$FC : AC = FG : AD$$

wo FG unveränderlich ist, FC und AC aber durch den Umriß bestimmt werden. Zu AD, welches nur die Wallhöhe bis an die Sohle der Schießscharten giebt, muß noch $3\frac{1}{2}$ Fuß, als die Höhe der Merlons hinzugefügt werden.

Es ist aber z. B. in der ersten Vaubanischen Befestigungsmanier die Bastionsface 300 Fuß, die Ravelinface 260 Fuß, der Waffenplatz im bedeckten Wege 60', und die Grabenbreite 90 Fuß; man erhält dadurch, wenn man AC allgemein für 677 Fuß annimmt, AC — AF = 677 — 215 = 462', und daher

Logar.	677. =	2. 8305887
Logar.	11,5. =	1. 0606978
		3. 8912865
Logar.	462 =	2. 6646420
		1. 2266445

welches 16 Fuß für AD und folglich $10\frac{1}{2}$ Fuß zur ganzen Wallhöhe giebt, nur wenig von Vaubans angenommen (Höhe 20 Fuß) verschieden.

Digitized by Google

Da es hier blos darauf ankommt: in der vorher gegebenen Gleichung den Werth der beiden ersten Glieder FC und AC zu setzen, der durch die Grabenbreite, durch die Größe der Waffenplätze in den eingehenden Winkeln und durch die Länge der Ravelinfacen bestimmt wird: so hat die Sache selbst weiter keine Schwierigkeit. Man findet für den Fall, wo die Ravelinfacen 360 Fuß sind, etwas über 18 Fuß, bei solchen Waffenplätzen aber, die durch Reduits vergrößert werden, 21,183 Fuß für die Wallhöhe. Die Wallhöhe der übrigen Werke: des Ravelins, der Grabenscheere, der Reduits im bedeckten Wege, der Contregarde ꝛc. findet sich unter den zugehörigen Worten angegeben.

Holz ist in der Kriegsbaukunst, so wie im gemeinen Leben, von einer sehr ausgebreiteten und mannichfachen Anwendung. Bei dem Bauen dient es vorzüglich zu dem Gebälke der Böden und Dächer, zu den Fußböden und Thüren ꝛc. Das Holz ist entweder Laub- oder Nadelholz, von dem das erstere sich mehr zu dem Wasserbau eignet, theils wegen seiner größeren Härte, die es zu Grundpfählen u. dgl. geschickter macht; theils aber auch wegen der Eigenschaft: im Wasser eine größere Festigkeit und längere Dauer zu bekommen, welches bei den Nadelhölzern nicht durchgehends derselbe Fall ist. Weil jedoch die letzteren in den nördlicheren Gegenden Deutschlands sehr häufig wachsen, werden sie auch hier am gewöhnlichsten als Bauholz angewendet. Ihre bei uns bekannten Arten sind:

1) Der Lerchenbaum (pinus larix L.), auch die Lerchentanne, ein wegen seines feinen Harzes sehr fester und dauerhafter Baum, würde als Bauholz jeder Art vor allem übrigen den Vorzug verdienen, wenn man ihn häufiger anträfe. Er wird aber in den meisten Gegenden Deutschlands nur einzeln und als ein Pflegling der Gartenkunst gefunden. Sein spezifisches Gewicht — das Wasser zu 10000 gesetzt — ist 5857, und wiegt ein Würfelfuß 41 Pfund.

2) Die Kiene, Kiefer oder Föhre (pinus sylvestris) ist ein immergrüner Baum, und durch ihr vieles Harz dauerhafter, als die folgenden beiden Holzarten. Bei dem Mangel an Eichenholz kann man sich ihrer auch mit Nutzen zu Wasserbauten bedienen. Das eigenthümliche Gewicht dieses Holzes ist 3960, das eines Würfelfußes aber 41$\frac{1}{16}$ Pfund.

3) Die gemeine Tanne oder Weißtanne (pinus abies) hat 4980 oder in sehr trocknem Zustande 4350 spezifische Schwere; ein Würfelfuß wiegt in letzterem Falle 30$\frac{1}{2}$, und im ersteren gegen 35 Pfund. Ihre große Länge und Stärke macht sie zu jeder Art Bauholz geschickt, obgleich sie wegen ihres wenigeren Harzes bei weitem nicht so dauerhaft ist, als die Kiene. Man

findet sie häufig in Ostpreußen und Litthauen, nicht aber in der Mark und in Pommern.

4) Die Fichte, oder Rothtanne ist etwas schwerer, als die Weißtanne, und wiegt ein Würfelfuß 36 Pfund; ihr Gewichtsverhältniß ist 5210. Die aus diesem Holze geschnittenen Bretter haben gewöhnlich nicht die Dauer der kienenen, obgleich sie besser sind, als die tannenen.

Unter den Laubhölzern, die in Europa durchgehends im Winter ihr Laub verlieren, steht die Eiche, als das häufigste und nützlichste, oben an. Ihr festes, starkes Holz macht sie für das Bauwesen vorzüglich geschickt, besonders 1) die Traubeneiche (Quercus robur), deren spezif. Schwere in sehr trocknem Zustande 9285, und das Gewicht eines Würfelfußes 65⅓ Pfund ist. Die täglich zunehmende Seltenheit dieses Holzes aber macht: daß man sich seiner nur mit Sparsamkeit bei dem Schiffbau, so wie zu den Fachbäumen, Schleusentrempeln und Thoren ꝛc. bedienen kann. Die daraus geschnittenen Bohlen und Dielen müssen einige Zeit in fließendem Wasser ausgelauget und nachher gut getrocknet werden, um ihre Dauer zu erhöhen. Von geringerem Werth ist

2) die Stieleiche (Quercus foemina), die zwar schneller empor wächst, deren Holz aber bei weitem nicht die Festigkeit und Dauer der Traubeneiche besitzt. Ihre spez. Schwere ist 7940, und das Gewicht eines Würfelfußes 55½ Pfund.

3) Die rauhe Ulme (Ulmus sativa) und 4) die glatte Ulme (Ulmus campestris) werden wegen ihres starken, sich nicht krumm ziehenden Holzes zu Mühlenwellen, Wasserrädern und Schirrholz gebraucht. Sie hat 6713 spezif. Schwere, und ein Würfelfuß wiegt 47 Pfund.

5) Der Hornbaum, unrichtig die Weißbuche oder Hagebuche (Carpinus betulus), hat ein sehr festes Holz und feine Fibern. Es wird zu Getriebstöcken, Kämmen, Rollen und allen Arten Mühlenzeug angewendet. Die Verhältnißzahl seiner Schwere ist 8905; und das Gewicht eines Würfelfußes 62½ Pfund.

6) Von derselben guten Beschaffenheit ist das Holz des Ahorns (Acer pseudo-platanus), das aber nicht häufig gefunden wird, und daher mehr bei Tischlerarbeiten als bei Bauwerken seine Anwendung findet. In größerer Menge findet sich

7) die Mastbuche oder Rothbuche (Fagus sylvatica), die ein gutes, festes Holz hat; jedoch in freier Luft nicht dauerhaft und dem Wurmfraße sehr unterworfen ist. Es wird gewöhnlich zu Grundpfählen gebraucht; diese müssen aber gleich nach dem Fällen eingerammt werden, weil sie außerdem sehr krumm werden.

Digitized by Google

8) Die Eller oder Elſe (Betulus alnus) dient zu demſelben Zweck.

9) Die Eſche (Fraxinus excelsior) und die Birke (Betula alba) haben zwar ein zähes Holz, und dienen deshalb zu Mühlenzeug und Lattſtämmen, werden aber — beſonders die erſtere — für einen allgemeinen Gebrauch nicht häufig genug gefunden.

Von den weichen Laubholzarten iſt blos die Aspe oder Zitterpappel und die Silberpappel zu Lattſtämmen anwendbar; die andern Pappel- und Weidenarten, ſo wie auch die Linde, haben ein zu weiches, brüchiges Holz, daher ſie blos zu Tiſchlerarbeiten gebraucht werden können.

Das Holz wird entweder im Walde auf dem Stamme abgeliefert, oder rund angefahren. Man muß demnach aus ſeinem Umfange zu beurtheilen wiſſen: ob es auch die erforderliche Stärke haben wird, nachdem es vierkantig zu Balken behauen worden iſt? Bei dem liegenden Rundholze hat das Meſſen des mittleren Umkreiſes keine Schwierigkeit; bei noch ſtehenden Bäumen aber wird vermittelſt eines in Zolle und Linien getheilten Riemens der Umkreis unten am Stamm, und 8 Fuß weiter oben gemeſſen, jede dieſer Peripherieen mit ihrer zugehörenden Höhe multiplizirt, die Differenz der Produkte durch die Entfernung beider Peripherieen voneinander getheilt. Der Quotient iſt alsdann die höchſte Peripherie des Baumes, der bekanntlich als ein abgeſtumpfter Kegel angeſehen und berechnet wird, nachdem man ſeine Höhe auf eine der bekannten geometriſchen Verfahrungsarten gemeſſen hat. Um nun nach dem Bedürfniß der Balkenſtücke die Stärke des Rundholzes beſtimmen zu können, ſo enthält umſtehende Tafel für die gewöhnlichen Balkenſtücken die erforderliche Dicke des Baumes.

Zu einem 4kantigen Balken	Muß der Baum im Durchmesser haben:	Sein Umkreis muß seyn:	Der beschlagene Balken hat Kubik-Fuß bei einer Länge von			
			16 Fuß.	24 Fuß.	32 Fuß.	40 Fuß.
3 Zoll.	$4\frac{3}{22}$ Zoll.	13 Zoll.	1,3	2	2,9	3,6
$3\frac{1}{2}$	$4\frac{17}{22}$	15	2,3	3,6	4,9	6
4	$5\frac{8}{11}$	18	2,9	4	5,6	6,9
$4\frac{1}{2}$	$6\frac{6}{11}$	20	3,3	5	6,6	8,3
5	7	22	4	6	8	10
$5\frac{1}{2}$	$7\frac{7}{11}$	24	4,9	7	9,6	12
6	$8\frac{3}{11}$	26	5,6	8	11	14
$6\frac{1}{2}$	$9\frac{5}{22}$	29	7	10,6	13,9	17,3
7	$9\frac{19}{22}$	31	8,3	12	16	19,9
$7\frac{1}{2}$	$10\frac{1}{2}$	33	9	13,6	18	22,6
8	$11\frac{1}{5}$	$36\frac{17}{100}$	10	15,3	20,3	25,6
$8\frac{1}{2}$	$11\frac{9}{10}$	37	11,3	17	22,6	28,3
9	$12\frac{8}{11}$	40	13,3	19,9	26,6	33
$9\frac{1}{2}$	$13\frac{4}{11}$	42	14,6	21,9	29	36,6
10	14	44	16	24	32	40
$10\frac{1}{2}$	$14\frac{7}{11}$	46	17,6	26,3	35	43,6
11	$15\frac{2}{5}$	$48\frac{7}{20}$	19	29	39	49
$11\frac{1}{2}$	$16\frac{1}{10}$	$50\frac{11}{20}$	21,6	32,3	43	53,9
12	$16\frac{19}{22}$	53	23,3	34,9	46,6	58
13	$18\frac{5}{22}$	$57\frac{7}{30}$	27,6	40,9	54,6	68,6
14	$19\frac{8}{11}$	62	31,9	47,6	63,6	79,3
15	21	66	36	54	72	90
16	$22\frac{5}{11}$	71	41,6	62	83	104
17	$23\frac{19}{22}$	75	46,6	69,9	93	116,3
18	$25\frac{3}{22}$	79	51,6	77,3	103	129
19	$26\frac{8}{11}$	84	58,6	87,9	116,9	146
20	28	88	64	96	128	160
24	$33\frac{8}{11}$	106	93	139,3	185,9	232,3
30	42	132	144	216	288	360
36	$50\frac{11}{12}$	159	209	313,6	—	—
40	56	176	256	Starke Hölzer werden nicht länger als 16' gefunden.		
42	$58\frac{12}{22}$	185	282,9			

Nach Verschiedenheit der Stärke bekommt das Bauholz auch besondere Namen, als:

	Länge.	Stärke des Rundholzes.	Stärke des beschlagenen.	Anwendung des Holzes.
Sägeblöcke.	16—24 Fuß.	14 bis 24 Zoll.	10 — 12 Zoll.	Zu 3zolligen Bohlen und 1½zolligen Dielen, oder zu 3 Zoll breiten Latten.
Extraordinär starkes Bauholz.	40—60 Fuß.	am Zopf 16—18 Zoll.	14 — 16 Zoll.	Zu Mühlenwellen, starken Dielen für den Schiffbau, Brückenbalken und Unterzügen.
Starkes Bauholz.	40—48 Fuß.	am Zopf 10—13 Zoll.	9 — 12 Zoll.	Zu Balken, Grundbäumen, Schwellen und Eckständern.
Mittel-Bauholz.	36—40 Fuß.	am Zopf 8—10 Zoll.	7 — 9 Zoll.	Zu schwächern Balken, zu Ständern und Wandstiehlen.
Klein Bauholz.	32—36 Fuß.	am Zopf 6—7 Zoll.	5 — 6 Zoll.	Zu Säulen, Ständern und Grundpfählen.
Bohlstämme.	24—32	4—6 Zoll.	3 — 5 Zoll.	Zu Dachsparren u. dergl.
Lattstämme.	24—30	3—4 Zoll.	bleiben rund	Zu Stroh- und Rohrlatten, in der Mitte gespalten.

Wird starkes Bauholz in der Mitte der Länge nach hindurch geschnitten: so bekommt es den Namen Halbholz, und dienet anstatt des Mittelbauholzes; zweimal über das Kreuz geschnitten, wird es als Bänder, Riegel ꝛc. angewendet, und heißt Kreuzholz. Da nun jeder Stamm das Doppelte seiner Länge an Halbholz, und das Vierfache desselben an Kreuzholz giebt: muß nothwendig dadurch eine bedeutende Holzersparniß entstehen, weil nun auch die äußern runden Abgänge nicht in die Späne fallen, sondern als Schwarten, d. h. rindschälige Bretter brauchbar sind. Ein Block, von 14 Zoll im kleinen Durchmesser giebt übrigens

3 zollige Bohlen 4.
2 — — 6.
1½ zollige Dielen 8.
1¼ — — 9.

1zollige Bretter 10.
Latten 25.

Man rechnet gewöhnlich ein, bisweilen auch zwei Bretter Abgang bei dem Schneiden auf der Mühle, und geben 5 starke kienene Bäume 2 Schock Bretter von 15 Fuß Länge. Man sehe über diesen Gegenstand auch v. Borgsdorfs Forsthandb.; und im Wörterb. d. Artillerie den Artik. Holz.

Holzhaufen, brennende, dienen zu Vertheidigung der Bresche, wenn sie an dem Fuß derselben angezündet werden, um dem Feinde das Heraufsteigen zu verwehren. Vor Eröffnung der Transchee würden große Holzhaufen, die von den dabei stehenden Wachten angezündet werden, ein weit helleres Licht verbreiten und daher ungleich vortheilhafter seyn, als die auf das Ohngefähr geworfenen Leuchtkugeln. Ihnen stehet blos entgegen: daß ein aufmerksamer und thätiger Feind sich ihrer entweder vorher bemächtigen, oder sie wenigstens anzünden kann. Allein, man sollte im Kriege vielmehr das in Anschlag bringen, was der Feind gewöhnlich thut, als das, was er thun kann, und eigentlich thun sollte.

Horchgänge (Ecoutes) sind die der Rameaux vor- und seitwärts getriebenen kleinen Gänge, vermittelst deren man das Vorrücken des feindlichen Minirers aufspüret, um ihm begegnen und seine Anschläge vereiteln zu können. Man findet sie gewöhnlich bei den Gegenminen von 3 Fuß Höhe und 2 - 5 Fuß Breite, und sie sind vorzüglich bei den Einfassungsgallerien unentbehrlich, die — weil sie den feindlichen Globes de Compression die Flanke darbieten — leicht von ihm in ihrer ganzen Länge zerstört werden können, wenn sie nicht durch eine große Menge weit vorgehender Horchgänge geschützt werden.

Man kann diese Horchgänge entweder unter die Capitale des Glacis, oder auch zu beiden Seiten neben sie legen. In diesem letzteren Falle gewähren sie immer einen freien Luftzug, und können daher so weit vorgetrieben werden, als man es für nöthig findet. Man bleibt zugleich Meister der Gallerie nach dem Spielen der Minenkammern, weil eben der frische Luftzug jene von dem Pulverdampf reiniget. Dagegen läßt diese Lage der Horchgänge neben und vor den Minenkammern dem Belagerer volle Freiheit, sie anzugreifen, indem er mit einer doppelten Sappe über den Horchgängen selbst vorgehet, um diese durch seine Minirer zerstören zu lassen, oder den Belagerten zu nöthigen: es selbst zu thun. Ist ihm auch die eigentliche Lage der Minengänge unbekannt: wird ihm doch die erste spielende Defensionsmine hinreichende Auskunft darüber geben, und der vorige Fall eintreten. Er kann sich übrigens ohne Be-

Digitized by Google

denken 40 bis 50 Fuß seitwärts von den Capitalen entfernen, weil entweder um diese Zeit das Geschütz der Festung durch die Rikoschet- und Demontir-Batterien schon größtentheils zum Schweigen gebracht seyn wird; und wäre dieses nicht, ist es doch weit weniger gefährlich: im heftigsten Feuer mit einer doppelten, tiefen und hinreichend durch Traversen gedeckten Sappe vorzugehen, als sich der Wirkung der an den Capitalen liegenden Minenkammern auszusetzen.

Die Lage eines einfachen Horchganges unter den Capitalen hat zwar den Nachtheil: daß er keinen freien Luftzug gestattet, und daß man daher die unterirdische Vertheidigung nicht über 100 Schritt vor den ausspringenden Winkeln anfangen kann. Wegen dieser geringen Entfernung lassen sich aber auch nur eine oder zwei Lagen Minenkammern längs des Horchganges anbringen, und man muß den Pulverdampf immer durch künstliche Mittel aus der Gallerie treiben. Allein der Feind kann zu dem unter der Capitale liegenden Horchgange nur dann erst gelangen, wenn er die Wirkung der, in letzterem liegenden Minenkammern ausgehalten hat. Es ist demnach unbezweifelt die Lage der Horchgänge unter der Capitale der andern vorzuziehen, wo die Gallerien zu beiden Seiten der Capitale vorlaufen. Wollte man die erste Reihe der Minenkammern weiter als gewöhnlich in das Feld rücken, wo man zwei parallele Gänge nebeneinander treiben muß, um einen freien Luftzug zu haben: schlägt Mouzé vor: beide Gallerien dicht nebeneinander zu legen, so daß die Gewölbe auf einer gemeinschaftlichen Widerlage ruhen. Man würde dadurch die Vortheile beider Anlagen der Horchgänge, ohne ihre Nachtheile, erlangen.

Hornwerk (Ouvrage à Corne) Fig. 137. 138. Tab. XII. besteht aus zwei halben Bollwerken A, B mit der dazwischen liegenden Courtine, vor der sich gewöhnlich ein Ravelin befindet. Seine beiden Schenkel oder lange Seiten m m dienen zu Verbindung des Werkes mit der Festung. Sie stoßen daher nach Verschiedenheit ihrer Lage entweder an den Hauptwall, oder an die Raveline, oder auch wohl an die Lünetten im bedeckten Wege. In dem ersteren Falle läßt sich ein Hornwerk nur an grossen Festungen anbringen, weil es eine besondere starke Besatzung erfordert. Es hat dabei den Fehler: weit in das Feld hinaus zu reichen und dem Feinde eine schmale, leicht zu umfassende, und daher auch leicht anzugreifende Fronte entgegen zu setzen. Die langen Schenkel a d und b c sind schwer zu vertheidigen, und hat sich der Feind einmal auf dem Glacis festgesetzt, kann er ohne weiteres auf die beiden Raveline E, F oder auf die beiden Bollwerke G, H Bresche schießen. Hat er aber das Hornwerk erobert: ist er hinter dem Walle der beiden Schenkel vol-

Digitized by Google

lig gedeckt, kann mit seiner Sappe vorwärts gehn, und der bedeckte Weg rechts und links fällt von selbst in seine Hände, ohne daß er nöthig hat, ihn anzugreifen.

Gewöhnlich hängen die Einrichtungen und folglich auch die Dimensionen der Hornwerke von der Lage des Ortes ab, wenn vielleicht durch dasselbe eine jenseit des Grabens liegende Anhöhe mit in die Festung gezogen, oder ein wichtiger Punkt gedeckt werden soll. Hat man jedoch Freiheit der Anlage, so wird die äußere Polygone ab 50 bis 60 Ruthen lang, auf die Capitale 40 bis 50 Ruthen von K gesetzt, und nun die Fronte a q b wie gewöhnlich, nach dem angenommenen System aufgetragen. Man darf jedoch die Façen der halben Bollwerke nicht über $\frac{2}{3}$, ja nicht einmal so groß machen, wenn aL nicht wenigstens 40 Ruthen hat, weil außerdem die Courtine zu klein und der Graben vertheidigungslos werden würde. Man ziehet zuletzt die Schenkel bc und ad möglichst senkrecht auf die Façen derjenigen Werke, durch die das Hornwerk vertheidiget werden soll; jedoch so: daß diese Werke noch das Glacis des bedeckten Weges hs im Rücken beschießen können, und daß die Bollwerkswinkel noch gegen 60 Grad behalten.

Die Entfernung der vorspringenden Winkel h, die nie über 50 Ruthen seyn darf, bestimmt die Größe der Waffenplätze l, deren Kehlen durch die Feuerlinien r s abgeschnitten werden. Oft legt man auch ein Ravelin C vor das Hornwerk, um die Capitalen der halben Bollwerke und die vorspringenden Winkel ihrer Waffenplätze h zu bestreichen, weil dies nicht von den neben liegenden Werken geschehen kann. Das Ravelin kann, nach Verhältniß der Polygonseite ab, nun kleiner seyn und nur etwa 120 bis 180 Fuß lange Façen haben. Erlaubt es die Aussehung der Courtine und die Höhe der Flanken: kann man auch eine Grabenscheere r q anbringen. Zur Verbindung mit dem Ravelin wird ein Durchgang unter der Courtine, und bei einem trocknen Graben auch eine Caponiere i, so wie an den Waffenplätzen l halbe Caponieren angebracht.

Zu seiner Unterstützung hat das Hornwerk entweder blos einen bedeckten Weg t, Fig. 137., oder eine Contregarde, oder auch wohl zwei Abschnitte N N in seiner Kehle. Der bedeckte Weg t für sich allein gewährt gar keinen Nutzen, weil er von den feindlichen Logementern auf dem Wallgange überall eingesehen und bestrichen werden kann.

Vortheilhafter ist allerdings die Contregarde I, sie mag nun vor einem Bollwerke oder Ravelin liegen; denn sie bestreicht das Innere des Hornwerkes in der Nähe, und macht die Fortschritte des Belagerers gefährlicher. Vor einem Bollwerke verlängert jedoch diese Contregarde den Widerstand nicht bedeutend; denn sobald der Belagerer sich der beiden Raveline E und F be-

Digitized by Google

meistert hat, ist auch die Contregarde sein. Vor einem Ravelin wird die Eroberung der letzteren nur dann für den Feind nothwendig, wenn sie mit ihren Flanken in die Breschen G und H der Nebenbollwerke siehet. Denn hier kann der Feind die letzteren nicht eher stürmen, bis er jene Flanken unthätig gemacht hat.

Weil das Feuer der, vor einem Ravelin liegenden Contregarde gerade auf die lange Seite des Hornwerkes, keinesweges aber gegen die Breschen in demselben, a und b. Fig. 138. gerichtet ist: hat man zwei Abschnitte N an die Stelle der ersteren gesetzt. Allein, auch diese bestreichen die Bresche nur dann gerade, wenn man sie sehr weit öffnet und dadurch ihre Vertheidigung von dem Ravelin aufgiebt. Sie hindern zugleich durch ihre Höhe die Wirkung des Feuers der Bollwerke gegen diese Breschen. Nächstdem fallen die Abschnitte mit dem Ravelin K von selbst, während andrerseits die Eroberung der Contregarde keinesweges den Fall des Ravelins verursacht. Der Feind ist aber auch nicht gezwungen, die Contregarde zu erobern, sobald das Ravelin keine Flanke hat. Bei Anbringung der Abschnitte N hingegen muß er sich durchaus des Ravelins bemächtigen, weil er nicht eher in die Waffenplätze l bringen kann, bis die beiden Abschnitte N in seiner Gewalt sind.

Das Resultat dieser Untersuchungen ist 1) Vor einem Ravelin mit Flanken legt man eine Contregarde, im Gegentheil 2) aber Abschnitte N an, wenn das Ravelin keine Flanken hat. Diese Abschnitte dürfen jedoch nur so weit hervor reichen, daß sie durch die Reduits der Waffenplätze l völlig gedeckt sind, und der Feind nicht eine Breschbatterie Q. Fig. 138. gegen sie errichten kann, wenn sie die Form P M O haben. 3) Vor einem Bollwerke ist die Contregarde vorzüglicher, als die Abschnitte, weil jene den ganzen innern Raum des Hornwerkes vollkommen bestreicht, anstatt die Abschnitte sowohl die Breschen, als die Spitzen der halben Bollwerke, ohne Unterstützung lassen.

Außer der Contregarde auch noch die Abschnitte N und einen bedeckten Weg t in dem Hornwerk anzubringen, wenn letzteres Raum genug dazu hat: vermehrt wohl die Baukosten, nicht aber die Widerstandsfähigkeit. Vor einem Bastion fallen die Abschnitte eben sowohl als die Contregarde mit den Ravelinen E F. Vor einem Ravelin ist zwar die Vertheidigung um etwas stärker; dennoch fallen auch hier die Abschnitte mit der Contregarde, wenn diese nicht wieder besonders mit Retiraden x versehen ist.

Die Wallhöhe des Hornwerkes über dem Horizonte hängt nothwendig von der Höhe der Werke ab, vor denen es liegt. Sie darf deshalb vor einem Bastion nicht über 15 Fuß seyn, um die Höhe der Nebenraveline nicht zu übersteigen. Vor ei-

Digitized by Google

nem Ravelin hingegen kann man dem Hornwerke bis 17½ Fuß Höhe geben, wenn anders der Hauptwall 20 bis 22 Fuß hat. Das Ravelin des Hornwerkes würde in dem ersteren Falle 13 und im andern 15 Fuß Commandement bekommen. In dem Falle, wo das Hornwerk nicht mit der Festung unmittelbar zusammenhängt, sondern detaschirt ist: wird die Höhe seiner Wälle durch die Beschaffenheit des vorliegenden Terrains bestimmt.

So wie nun überhaupt jedes Hornwerk die Stärke einer Festung nur wenig vermehrt, obgleich es nach den vorigen Grundsätzen erbauet ist: ist es bei der gewöhnlichen Einrichtung dieser Werke vielmehr nachtheilig. Fast alle haben nämlich zu lange Schenkel, welche die Flintenschußweite übersteigen; zugleich liegen sie vor spitzen Bollwerken, wodurch sie sehr enge werden und sehr weit hervorspringen. Andere laufen mit ihren Schenkeln auf die Spitze der Werke zu, von der sie eigentlich ihre Vertheidigung bekommen sollen, so daß jene sowohl als ihr bedeckter Weg ganz schutzlos sind. Es wird dem Belagerer nun leicht, sich des Hornwerkes zu bemächtigen, und, durch dasselbe gedeckt, die Festung selbst mit Bequemlichkeit anzugreifen.

Hospitäler in Festungen sind zu jeder Zeit unentbehrlich, verdienen aber zur Zeit einer Belagerung ganz besondere Aufmerksamkeit. Während die Gesunden in Kellern und feuchten Kasematten Sicherheit gegen die Bomben suchen, würde der Kranke und schwer Verwundete hier unfehlbar den Tod finden, von dem man ihn retten will. Es ist daher durchaus nothwendig: in solchen Festungen, wo es keine trockne und luftigen Kasematten giebt, schon bei guter Zeit für ein geräumiges Haus zu sorgen, das man durch übergelegte Balken und aufgeschüttete Erde Bombenfest macht, und zu dem Hospital einrichtet. Nun entsteht aber die Frage: wie groß der für die Kranken zu bestimmende Raum seyn müsse, damit die wahrscheinliche Zahl derselben gehöriges Unterkommen findet. Man rechnet eine Quadr. Toise oder 36 Quadratfuß auf 2 Kranke und kann annehmen, daß während einer sechswöchentlichen Belagerung $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{4}$ der Besatzung sich im Hospital befindet, welches dann die Grundlage zu Berechnung des Hospitalraumes sowohl, als der übrigen Bedürfnisse giebt. Cormontaigne (Mémorial pour la défense des places) rechnet auf 800 Kranke, mit Einschluß 534 Verwundeter

534 einfache, 133 doppelte } Bettstellen, jede mit 1 Strohsack, 1 Matratze, 1 Kopfkissen, 4 Bettlaken, 1 wollenen Decke.

20 einfache, 30 doppelte } desgl. desgl. für 80 Krankenwärter.

3520 Hemden, 4 auf jeden Mann.

880 wollene Nachtmützen.

Digitized by Google

400 Schlafröcke.
100 Paar Leinwandhosen, als Vorrath für den Nothfall.
400 Handtücher; auf 2 Kranke 1.
400 Schürzen für die Krankenwärter, à 4.
880 wollene und eben so viel leinene Kamisöler.
880 Tücher, jedes von 1 Elle Leinwand.

Geräthe von Zinn.

8 Becher zum Trinken; 1 auf 100 Kranke.
32 Unterschieber; 4 auf 100 Kranke.
16 Klystierspritzen.
48 Injectionsspritzen.
880 Speiselöffel à 1.

Kupfernes Geräthe.

9 eingemauerte Kessel mit Deckeln, von 100 bis 500 Quart; theils zu den Bädern, theils in die Apotheke.
5 kleine Kessel von 12 bis 30 Quart.
9 Becken und eben so viel Kasserole.
4 Pfannen in die Apotheke.
4 Schöpflöffel in die Küche.
4 Schaumlöffel desgl.
10 messingene Hähne.
8 Waagen zu den Fleisch- und Lebensmittel-Vertheilungen, nebst den erforderlichen metallenen Gewichten.
8 desgl. in die Apotheke.

Geräthe von weißem Blech.

880 Krüge zum Trinken.
880 Trinkbecher.
880 Kammerbecken.
} Hier sind irdene Geschirre in der doppelten Zahl anzuschaffen, wenn Gelegenheit dazu ist.

64 Uringläser, 8 auf 100 Kranke.
40 Gefäße in die Leibstühle.
40 Lampen an die Wand zu henken.
] 5 auf 100 Kranke.
50 Leuchter; 6 auf 100 Kranke.
12 Brühlöffel in die Küche.
12 Trichter.
64 Spucknäpfe, 8 auf 10 Kr.
16 große Wasserflaschen, 2 auf 100 Kranke.
32 Saugkännchen; 4 auf 100 Kr.
16 Maaße von verschiedener Größe.

Eisernes Geräthe.

2 Dreifüße zu den Kesseln.
24 Kohlpfannen, 3 auf 50 Kranke.
3 Fleischgabeln.
16 andere Gabeln.
2 Beile.
2 Hackemesser.
4 große Küchenmesser zum Vertheilen des Fleisches.

Digitized by Google

3 andere Messer.
2 Schaufeln.
2 Grabscheite.
12 Leuchter und 12 Lichtputzen.
3 Sägen.
2 Scheeren.
2 Hämmer.
2 Kneipzangen.
18 Bohrer.
} als Vorrath.
3 Feuerschaufeln und eben so viel Feuerhaken.
6 Brandböcke.

Hölzernes Geräthe.

16 Schleifkannen zu dem Weine.
110 Tische; 1 auf 8 Mann.
880 hölzerne Stühle.
40 Leibstühle, 5 auf 100 Kranke.
16 Handkörbe, 1 auf 50 Kranke.
3 Brühsiebe.
10 verschiedene Siebe in die Apotheke.
24 Eimer und eben soviel kleine Wannen.
8 Badewannen.

Die Bedürfnisse von chirurgischen Instrumenten, Bandagen, so wie von Arzeneien werden nicht von den Ingenieurs bestimmt, und daher hier mit Recht übergangen.

J.

Jalon oder Absteckestange, dient sowohl bei dem Aufnehmen des Terrains, als bei dem Abstecken größerer und kleinerer Verschanzungen zu Bestimmung der Visirpunkte. Man macht sie 16 bis 32 Fuß hoch, und verhältnißmäßig stark, damit sie bei entstehendem Winde keine schwankende Bewegung bekommen. Sie müssen daher auch tief genug eingegraben und gut abgesteift werden, wenn sie bei großen Landesvermessungen zu Signalen bei dem Trianguliren gebraucht werden sollen.

Ingenieure waren in der früheren Zeit blos zu Verfertigung und zur Bedienung der Kriegsmaschinen bestimmt, und haben dieser Bestimmung ihren Namen zu verdanken (ingegneros von engennos). Die Leitung der Belagerungsarbeiten übernahmen damals noch die Feldherrn selbst, wie uns unter andern die Beispiele des Prinzen von Parma, des Prinzen Moriz von Oranien, und des Marchese Spinola zeigen; sie überließen ihren Kriegsbaumeistern blos die technische Ausführung

mit dem Baue wirklicher Festungen. Sully erhob sie in Frankreich zuerst auf eine höhere Stufe, und bildete 1604 ein besonderes Korps aus ihnen, das zu Anlegung neuer Festungen, zu zu der Ausbesserung der älteren, so wie zu ihrer Vertheidigung und zu Führung der Belagerungen bestimmt war. Späterhin, doch noch im Laufe des siebenzehnten Jahrhunderts, errichteten mehrere Fürsten — Friedrich Wilhelm der Erste, König August von Pohlen u. a. — eigentliche Ingenieurkorps, die Gustav Adolph mit dem Generalstabe vereinte und sie zu dem Aufnehmen der Läger, Stellungen und Schlachtfelder anwandte.

Aus dieser zweifachen Bestimmung des Ingenieurs gehen dann die Kenntnisse hervor, die er besitzen muß, jene zu erfüllen. Die Kriegsbaukunst ist ein angewandter Theil der Mathematik, und beruhet auf den Elementarbegriffen dieser Wissenschaft. Während die beste Lage der Linien und Winkel durch analytische Verhältnisse bestimmt wird: giebt das Gesetz der Bewegung und des Gleichgewichtes die nöthige Stärke der Futtermauern und der Widerlagen der Gewölbe an. Die Grundsätze der höheren Geometrie und selbst die Sternkunde sind zu Aufnahmen und Landesvermessungen im Großen unentbehrlich. Nächst diesen, gleichsam einleitenden Wissenschaften, muß der Ingenieur die Baukunst in ihrem ganzen Umfange kennen, weil er nicht allein den Umriß und die äußere Form der Festungswerke bestimmen, sondern auch ihre wirkliche Aufführung leiten muß. Die genaue Kenntniß der verschiedenen Baumaterialien, so wie ihrer Behandlung, ist demnach hier eine unerläßliche Bedingung, mit der sich zugleich die schöne Baukunst verbindet, um Thore, Zeughäuser, Gouvernementsgebäude u. dgl., auch zweckmäßig durch die ihrer Bestimmung entsprechende Säulenordnung zu verzeichnen. Indem der Ingenieur alle Angriffs- und Vertheidigungsmittel, die in seiner Hand stehen, überblickt, muß er die, der Beschaffenheit des Terrains angemessenen wählen. Der Gebrauch der vorhandenen Gewässer sowohl zur Verstärkung der Befestigung, als zum Nutzen der Besatzung und der Einwohner führet auf die Wasserbaukunst im weitesten Sinne des Wortes. Dem Kriegsbaumeister kommt es zu: jene Gewässer nach Befinden durch Dämme zu beschränken, oder ihnen durch Schleusen und Kanäle einen neuen Weg anzuweisen; ihren periodischen, vielleicht den anzulegenden Festungswerken nachtheiligen Verheerungen, Einhalt zu thun, oder sich ihrer als Annäherungshinderniß für den Fall eines feindlichen Angriffes zu bedienen.

Alle diese mannichfachen Kenntnisse reichen jedoch blos für den Friedenszustand hin; im Kriege sind noch andere nöthig, von denen ein Theil oft im heftigsten Feuer des Feindes angewendet werden muß. Hier kommt es nicht mehr darauf an: mühsame Bauwerke mit hinreichender Muße anzulegen; hier be-

Digitized by Google

darf es eines schnellen Ueberblickes dessen, was nöthig und ausführbar, um nicht die Zeit nutzlos mit Arbeiten zu verschwenden, die — nur zur Hälfte vollendet — dem Feinde ein Spott sind, und den Truppen das, zu einer kräftigen Vertheidigung unentbehrliche Zutrauen auf die Befestigungen rauben. Nur eine genaue Kenntniß des Terrains und der verschiedenen Hülfsmittel, welche es darbietet, kann die richtige Beurtheilung desselben hervorbringen. Die festen Positionen, die Anlehnungspunkte der Flügel ꝛc. sind in der Natur vorhanden; der Kunst kommt es zu: sie auszuwählen und — vielleicht zu verstärken. Hier fallen die Kenntnisse des Ingenieurs mit denen des Generalquartiermeisters zusammen. Nur mit den Combinationen der höhern Strategie vertrauet, wird er im Stande seyn: verschanzte Läger zu wählen, Belagerungen anzuordnen und die dazu erforderlichen Zufuhren von Geschütz und andern Kriegsbedürfnissen an sich zu ziehen; oder endlich die bedroheten Grenzen des Staates durch Festungen — gleichviel ob permanente oder provisorische — und durch gut geordnete Postirungen zu decken. Hier, wie bei der Anlage der Festungen, kommt es darauf an: alles vorauszusehen, was ein kluger und unternehmender Feind thun kann, um ihm durch zweckmäßige Vorkehrungen entgegen zu wirken.

Dies ist noch besonders auch bei dem Angriff und bei der Vertheidigung der Festungen der Fall, die ausschließend für den Wirkungskreis des Ingenieurs gehören. Oft spielt der Minenkrieg dabei eine wichtige Rolle. Nur wer die Wirkungen des in der Erde verschlossenen Pulvers genau kennt, wird sich desselben richtig zu bedienen wissen (entweder die Vertheidigungswerke des Feindes zu zerstören, oder seinen unterirdischen Angriffen mit Kraft und Wirksamkeit zu begegnen.

Bei allen diesen mannichfaltigen Theilen der Ingenieurkunst bedarf die Unentbehrlichkeit der Zeichenkunst, sowohl in Hinsicht des Terrains, als der Bauwerke, keines Beweises. „Das „Zeichnen ist die Schrift des Ingenieurs.“ Wenige Züge sind hier hinreichend: Gegenstände deutlich zu machen, die es durch eine ausführliche und detaillirte Beschreibung nicht werden können. Ohne Risse und Zeichnungen wird man es nie dahin bringen: einen allgemein verständlichen Rapport von rekognoszirten Gegenden, oder Anschläge zu neuen Festungswerken und Gebäuden zu machen.

Eine weitere Auseinandersetzung der dem Ingenieur nöthigen Kenntnisse würde die Grenzen überschreiten, die der Zweck des gegenwärtigen Wörterbuches bestimmt hat. Es sey genug mit diesen allgemeinen Andeutungen desselben, was durchaus unentbehrlich ist, wenn man sich nicht in die Hand seiner Untergeordneten geben, wenn man in allen Fällen seine Pflicht üben,

Digitized by Google

und immer kalten Muth und Entschlossenheit zeigen will, die nur durch die vollkommene Kenntniß aller Hülfsmittel der Kunst erzeugt werden.

Ingenieur-Schulen wurden 1742 in Dresden, 1747 in Wien, 1750 zu Mezières in Frankreich, fast um dieselbe Zeit in Oesterreich und 1788 in Potsdam errichtet, um junge Leute in den, einem Ingenieur nöthigen Wissenschaften und Kenntnissen zu unterrichten. In der späteren Zeit hat man es einigemale versucht: die Ingenieur- und Artillerie-Schulen zu vereinigen. Allein, wenn es auch möglich ist, den Elementar-Unterricht — wie in den polytechnischen Schulen in Frankreich — ins Eins zusammen zu ziehen: verbreiten sich doch die Wissenschaften des Ingenieurs und Artilleristen über zu viele, ungleichartige Dinge, als daß es jedem Jüngling möglich seyn sollte, sie alle zu umfassen. Die Chemie, die metallurgische Aufbereitung der Metalle, das Gießen und Bohren der Geschütze, die Verfertigung der Kunstfeuer, eine vollständige technische Kenntniß der Fuhrwesen, sind dem Artilleristen durchaus unentbehrlich; für den Ingenieur im Gegentheil ganz überflüssige Dinge. Dieser muß sich eine genaue Kenntniß der verschiedenen Baumaterialien erwerben; muß die Civilbaukunst selbst studiren, und auch in der Hydrotechnik nicht fremd seyn, wenn er seiner künftigen Bestimmung gehörig ein Genüge leisten will. Es ist daher unbezweifelt vortheilhafter, sich bei dem Unterricht der Zöglinge eines jeden Faches auf das ihm eben nothwendige zu beschränken, und es dem ausgezeichneten Genie zu überlassen: sich alle Zweige der Kriegskunst anzueignen und sich dadurch einer höheren Beförderung würdig zu machen.

Innere Polygon (Coté interieur) im Gegensatz der äußeren ist das Vieleck, welches den Festungsumriß vermittelst der Kurtinen und Kehlen der Bollwerke bildet. Sie bestehet demnach auf jeder Seite aus der Kurtine und 2 halben Kehlen; oder ist $= 2g + c = \frac{2b.\ Sin.\ (A+B)}{Sin.\ A} + 2b.\ cos.\ B. - a =$

$a + \frac{2b}{Sin.A}(cos.B.Sin.A - Sin.(A+B)) = a - \frac{2b.\ Sin.\ B}{Tang.\ A}$.

Hier drückt A den halben Polygonwinkel, B den kleinen Winkel, a die äußere Polygon, b die Streichlinie, c die Kurtine, und g die halbe Kehle aus.

Wenn — wie in den Cöhornschen Manieren — die innere Polygon, z. B. 62 Ruthen zum Grunde gelegt wird: muß man aus derselben die äußere a finden $= \frac{62 + 2b.\ Sin.\ B}{Tang.\ A}$, und

hieraus die übrigen Punkte des Umrisses bestimmen. S. Bollwerk.

Sobald man sich bei der Befestigung eines Ortes an den Umfang des innern Raumes halten muß, wie bei Städten und Schlössern; ist es nothwendig: die innere Polygon dabei zum Grunde zu legen. Um dieses graphisch zu verrichten, werden alle Winkel der, gleichviel ob regulairen oder irregulairen Figur durch Capitalen S, D, B, C, Fig. 152. Tab. XIII. getheilt. Man zieht nun eine Linie, ae, parallel der innern Polygon GNP ꝛc., um auf derselben diejenige Manier zu construiren, nach welcher die Festung erbauet werden soll; hierauf ziehet man die Capitalen a b und d e parallel den Capitalen G S und A N, so daß die verlängerte Kurtine zusammen trifft. Aus dem willkührlich angenommenen Punkte K wird K a, K d und ihnen parallel K A und K G gezogen, wodurch K gegen a und d eben so, wie gegen N und G liegt. Eben so die Linien K h und K i, und K H, K I um die halben Kehlen G H und I N, nebst der Kurtine H I zu bekommen. Auf dieselbe Weise werden die Streichlinien A H und I S, die Flanken H L, I Q und folglich auch die Façen L S, A Q bestimmt, die bei einer regulairen Figur für alle Seiten des Umrisses gelten. Bei unregelmäßigen Umrissen hingegen durchschneiden sich die Streichlinien zweier Polygone nicht auf der Capitale; daher fällt auch der Bollwerkswinkel C neben dieselbe. Das durch die Streichlinien aus der Capitale geschnittene Stück D E wird deshalb in A getheilt, und aus den Punkten H und I nach A und S gezogen, um die neuen Streichlinien zu erhalten, die jedoch mit den vorgezeichneten nun nicht mehr völlig parallel seyn können. Um die Flanken dergestalt auf H und I zu setzen, daß sie den gehörigen Schulterwinkel L und Q bekommen: ziehe man t s mit der neuen Streichlinie T S parallel, mache aus t den Bogen s u bis an die alte Flanke t u, trage die Weite y u von der alten Streichlinie bis an die alte Flanke, von s nach x, so bekommt man die Lage der neuen Flanke t x. Daß sich übrigens die, auf diese Weise bestimmten Linien und Winkel durch die zugehörigen Formeln leicht berechnen lassen, bedarf keiner weiteren Auseinandersetzung. (S. Abstecken.)

Innerer Raum der Bollwerke, oder der Flächeninhalt derselben; seine Berechnung ist schon oben im 1sten Theile unter dem Artik. Bollwerk gelehrt worden.

Innere Vertheidigung (defense interieure) ist nichts andres, als eine Disposition der Festungswerke zu einem fortdauernden Widerstande, wenn schon der größere Theil derselben in die Hände des Feindes gefallen ist. Sie ist von zweierlei

Digitized by Google

Art: die erste besteht aus bloßen Abschnitten, die bei Erbauung der Festung mit angelegt werden, und eine zweite Einfassung darstellen; die zweite aber, welche eine innere Vertheidigung im engsten Sinne gewähret, sondert die Festung in mehrere einzelne Theile, deren jeder für sich eine Citadelle bildet. Schon Speckle, und nach ihm Rimpler, Suttinger, Landsberg, Sturm, Herlin, Herbort, Roßberg, Montalembert, Virgin u. m. haben diese Einrichtung empfohlen, die Ehhorn bei den Verschanzungen vor Grüningen wirklich anbrachte, indem er die Kehlen seines Hauptwerkes hinten verschloß, und sie dadurch völlig von der übrigen Festung absonderte. In Fig. 143. Tab. XIII. findet man A Landsbergs, B Herborts, C Montalemberts und D Virgins Ideen in dieser Hinsicht dargestellt. Es scheint allerdings dadurch die Dauer der Vertheidigung sich zu verlängern, weil nun die Besatzung nicht mehr fürchten darf: mit Sturm überzugehen, sondern sich aus einem dieser Forts nach dem andern ziehen kann. Ja, einige der erwähnten Kriegsbaumeister wollen sich nicht einmal mit der Vertheidigung des Walles begnügen, sondern auch noch die Bürgerhäuser selbst zu dieser Absicht einrichten, und die Quartiere der Stadt durch einen besondern Wall, oder auch wohl durch Wassergräben von einander absondern, damit sich jedes noch einzeln vertheidigen kann, wie schon in der früheren Zeit Jerusalem, Syrakus, Rhodus und Valetta auf Maltha gebauet waren. Allein, wenn es auch einzelne Beispiele giebt: daß Festungen sich wirklich bis auf das äußerste wehrten, wie Acre, Rhodus, Cadix, und in der neueren Zeit Saragossa, und wenn auch eine solche Einrichtung der Festungswerke ohne eine bedeutende Vermehrung des Aufwandes zu bewerkstelligen wäre: würden doch diese einzelnen kleinen Citadellen, jede für sich, nur eine geringe Anzahl Truppen fassen, und keiner kräftigen Vertheidigung fähig seyn. Man würde zugleich nothwendig jedes dieser Forts völlig approvisioniren müssen; oder man würde sich nach dem Rückzuge in eins oder mehrere derselben, nach wenig Tagen ohne Unterhalt und Vertheidigungsmittel sehen, und folglich in der Nothwendigkeit seyn: sich zu ergeben. Daß diese Versorgung der einzelnen Forts aber nicht ausführbar ist, bedarf keines Beweises. Die Vortheile der innern Befestigung sind demnach blos eingebildet, und die Baukosten, welche eine solche Anlage erfordert, sind verloren, sobald sie mehr begreift, als eine bloße Citadelle (man sehe dies Wort), zu Unterstützung einer Stadt von sehr weitläuftigem Umfange. Wer sich näher von der, zur innern Vertheidigung dienenden Einrichtung der Festungswerke unterrichten will, kann sie in den Werken der vorhin angeführten Schriftsteller finden.

Soll die innere Vertheidigung hingegen blos als ein Hauptabschnitt dienen, um den Widerstand der Festung zu verlängern: wird sie diesen Zweck immer nach Verhältniß ihrer mehr oder weniger guten Einrichtung erfüllen. Landsberg, Vauban u. a. m. haben deshalb eine Retirirte Festung in den äußern Umriß gelegt; andere haben die innere Festung mit einem Mantel, oder mit einer mehrfachen Reihe Außenwerke umgeben, worüber man am zugehörigen Orte nachsehen kann.

Inondation, s. Ueberschwemmung.

Irregulaire Befestigung (Fortification irregulière) unterscheidet sich von der regulairen durch die Ungleichartigkeit ihrer Linien und Winkel, die sich dort blos nach den Umrissen des Terrains richten, und sich daher nothwendig bald verlängern, bald verkürzen, bald öffnen, bald schließen. In den ersten Zeiten, als man anfing: die Grundsätze der Geometrie auf die Kriegsbaukunst anzuwenden, hielt man es für eine unerläßliche Nothwendigkeit: den zu befestigenden Raum in eine durchaus regelmäßige Figur einzuschließen. Sobald man jedoch schon bestehende Städte mit Festungswerken umgeben, oder irgend einen großen Terrainpunkt befestigen wollte, war man genöthiget: von jener Regelmäßigkeit abzugehen, so daß bald die einzelnen Polygone, ja öfterer sogar die Theile derselben einander unähnlich wurden. In der neueren und neuesten Zeit hat man jene Regelmäßigkeit, mit Recht! mehr verlassen, und sich bei dem Entwurf der Festungswerke immer blos an die Ortslage gehalten. Schon Le Blond sagt: „die irregulaire Befestigung sey „wichtiger, als die regulaire." Er hätte hinzufügen sollen: es ist weit schwerer: die Grundsätze der ersteren richtig anzuwenden, als einen regelmäßigen Umriß mit Bastionen zu verzeichnen. So leicht dies letztere auch ist, wird es dennoch, leider! von vielen Lehrern der Kriegsbaukunst für das Höchste gehalten.

Da die irregulaire Befestigung nur allein von dem Terrain abhängt, so ist von selbst klar: daß sich hier keine allgemeine Regeln und Vorschriften geben lassen. Bei Anwendung der bastionirten Manier pflegt man immer jedes Bastion in sich selbst regelmäßig, rücksichtlich der ander Nebenbastione aber ungleichartig zu machen. Es scheint jedoch zweckmäßiger: in diesem Falle jedes Polygon, als für sich bestehend, anzusehen und die Theile desselben gleichförmig zu construiren, in sofern es die Lage und die Umstände erlauben.

Wenn sie nicht gleichförmig seyn können, so findet man die zugehörenden Theile durch die Lehre der Dreiecke, indem man Tab. XIV. Fig. 153. den halben Polygonwinkel HGg = GAa

Digitized by Google

$= A$, den andern aber $HgG = HaA = \alpha$, den kleinen Winkel $aAf = B$, so wie $AaF = \beta$, und $Af = Fa = b$, endlich die Flanken BF und bf senkrecht auf die Streichlinie setzt, und nun schließt

Sin. AGf : Af = Sin. GAf : Gf; daher $Gf = \frac{b \text{ Sin. } (A-B)}{\text{Sin. } A.}$

Nicht minder im Dreieck Fga ist $gF = \frac{b \text{ Sin. } (a-\beta)}{\text{Sin. } \alpha}$, daher

auch $Ff = c = b\left[\frac{\text{Sin. } (A-B)}{\text{Sin. } A} + \frac{\text{Sin. } (\alpha-\beta)}{\text{Sin. } \alpha}\right] - i$, wo i die bekannte innere Polygon andeutet.

Aus der Kurtine c findet man leicht die Flanke $BF = \frac{c \text{ Sin. } B}{\text{Cos. } (B+\beta)}$; denn $AfG = fAa = B$, und $BFf = 90° + \beta$, folglich $fBF = 90° - B - \beta$; und es verhält sich Sin. FBf : Ff = Sin. BfF : BF. Auf die nämliche Weise findet man auch die Flanke $bf = \frac{c. \text{ Sin. } \beta}{\text{cos. } (B+\beta)}$. Weil Sin. FBf : Ff = BFf : Bf; ist $Bf = \frac{c. \text{ Cos. } \beta}{\text{Cos. } (B+\beta)}$, und daher die Façe $AB = Af - Bf = b - \frac{c. \text{ Cos. } \beta}{\text{Cos. } (B-\beta)}$, die gegenüber liegende Façe aber $b - \frac{c. \text{ Cos. } B}{\text{Cos. } (B+\beta)}$. Hieraus wird denn auch die Capitale $AG = \frac{b. \text{ Sin. } B}{\text{Sin. } A.}$ und $ga = \frac{b \text{ Sin. } \beta}{\text{Sin. } \alpha}$ so wie die halbe Kehle $GF = i - \frac{b. \text{ Sin. } (\alpha-\beta)}{\text{Sin. } \alpha}$ und $gf = i - \frac{b. \text{ Sin. } (A-B)}{\text{Sin. } A}$ gefunden.

Herr Hennert (dissertation ꝛc.) wendet diese Formeln auf ein unregelmäßiges Sechseck an, dessen Seiten $Gg = 131{,}4$ Toisen, $gn = 136$ Toiſ.; $nD = 132{,}4$; $DE = 130$; $NE = 146{,}4$ Toiſ., und $NG = 122{,}6$ Toiſ. Die Polygonwinkel sind: $G = 94°$; $g = 137$; $n = 124° 35'$. $D = 104°, 20'$; $E = 122° 35'$; und $N = 137° 40'$. Fängt man mit dem kleinsten Polygonwinkel G an, und theilt ihn in die Hälfte: so bekommt man $A = 47°$. Soll nun das Bollwerk noch 60° an der Spitze behalten: darf man B nicht größer als 17° nehmen; um daher nicht eine zu große Verschiedenheit zu bekommen, wenn man $AaF = \beta = 23$ Grad setzte, muß man ihn $= 21°$, daher auch $\alpha = 69°$ nehmen; so wird $A - B =$

30°; und $\alpha - \beta = 48°$. Hieraus findet man durch die vorherigen Formeln

$$b\left(\frac{\text{Sin.}(A-B)}{\text{Sin. }A} + \frac{\text{Sin. }(\alpha-\beta)}{\text{Sin. }\alpha}\right) - i = 82 + 95 - 131{,}4$$

$= 46$, der Kurtine.

$\frac{c.\ \text{Sin. }B}{\text{Cos. }(B+\beta)} = BF = 17{,}2$ und $bf = 21$; alsdann weil $c = 120$ Toiſ., die Façe $AB = 63{,}7$ und $ab = 65{,}3$ Toiſ. Die halbe Kehle $GF = 131{,}4 - 95{,}6 = 35{,}8$ und $gF = 13{,}4 - 28 = 49{,}4$ Toiſ. Die Capitale GA iſt $= 48{,}9$, die andere $ga = 46{,}1$ Toiſ. Dieſe letztere gehört den beiden halben Bollwerken $fbag$ und $aLMg$, und A oder $Hgn = 137° - GgH = 68°$; folglich beſtimmt ſich der kleine Winkel B oder Lae durch $ag = l = b.\ \text{Sin. }B : \text{Sin. }A$, daher iſt $\text{Sin. }B = \text{Sin. }A$, $b = 20°\,50'$, und $A - B = 47°\,10'$.

Da der Winkel $gnD = 124°35'$ und $nDE = 104°20'$ iſt: kann man $gnp = 68° = Hgn$ machen, daß $56°35'$ für den Winkel pnD übrig bleiben, der ſich nun bequem mit dem Winkel nDp zuſammenbringen läßt. Dadurch ſind die halben Bollwerke $gaLM$ und mkn einander völlig gleich; denn $B = \beta = 20°50'$ und $\alpha - \beta = 47°10'$. Ihre Kurtine Mm iſt $= \frac{2b.\ \text{Sin. }A - B}{\text{Sin. }A} - i = 189{,}9 - 156 = 53{,}9$; daraus ergiebt ſich die Flanke $ML = ml = c.\ \text{Sin. }\beta : \text{cos. }2\beta = 25{,}6$, und die Façe $aL = cl = 120 - 67 = 53$ Toiſ. Endlich die halbe Kehle $gM = mn = i - 94{,}9 = 41$ Toiſ. Durch die Capitale $ne = 46{,}1$ Toiſ. wird der kleine Winkel des halben Bollwerkes $eqrn$ beſtimmt: $A = pnD = 56°35'$; daher $\text{Sin. }B = 46{,}1\ \text{Sin. }A : b$, folglich $B = 18°42'$ und $neq = A - B = 37°53'$. Der halbe Winkel nDE iſt $52°20' = a = nDO = ODE$, der nun mit pnD ein Polygon ausmacht. Hieraus, und aus $\beta = 18°42'$ bekommt man $ruO = a - \beta = 33°38'$; da auch $nD = 132{,}4$ Toiſ.: ſo wird

die Kurtine $rt = 40$ Toiſ.
die Flanken $rq = ts = 16{,}1$.
die Façen $eq = us = 72{,}5$.
die halbe Kehle $nr = 48{,}3$; die andere $tD = 44{,}1$.
die Capitale $Du = b.\ \text{Sin. }\beta : \text{Sin. }\alpha = 48{,}6$ Toiſ.

Man kann den kleinen Winkel von $18°43'$ auch für $ODE = 52°$ gebrauchen, indem man (um ein gleichförmiges Polygon zu erhalten) den Winkel DEN von $122°35'$ in die beiden Winkel $DEO = 52°$ und $OEN = 70°35'$ theilet, wodurch man mit $DE = 130$ Toiſ. die beiden Bollwerke $Duzx$ und $EPiy$ gleich macht und $A - B = \alpha - \beta = 33°18'$. Folglich wird

Digitized by Google

die Kurtine xy = 37,2 Toiſ.
die Flanken xz = yi = 15,4 Toiſ.
die Façen uz = iP = 74,5 Toiſ.
die halbe Kehle Ex = xD = 46,4 Toiſ.
die Capitale EP = 48,6 Toiſ.

Um den Winkel ENG von 137° 40′ mit dem Winkel NGg von 94° zu verbinden, nachdem man 22° 30′ für den kleinen Winkel, und 70° 35′ für den halben Polygonwinkel OEN gefunden hat: muß man HNG = 63° ſetzen, weil auch HGN ſoviel bekam; folglich wird ENH = 137° 40′ − 63° = 74° 40′. Setzt man B = β = 22° 30′: wird EPk = A − B = 48° 5′, und NRI = a − β = 52° 10′, folglich werden die beiden Flanken und Façen ziemlich gleich. Es iſt

EN = 146,4 Toiſ.
die Kurtine kI = 46,6 Toiſ.
die Flanken CI = kK = 25,21 Toiſ.
die Façen PC = KR = 50,3 Toiſ.
die halbe Kehle EI = 48,1 und NK = 51,7 Toiſ.
die Capitale NR = 47,6 Toiſ.

Aus letzterer und den beiden Winkeln GNH = 63° und NGH = 47° ergiebt ſich der kleine Winkel 20° 42′; daher A − B = NRU = 42° 18′. Es iſt aber β = 17° gefunden worden, folglich wird

die Kurtine TU = 52,5 Toiſ.
die Flanke ST = 25,4 Toiſ.
die Flanke XU = 19,4 Toiſ.
die Façe RS = 52,8 Toiſ.
die Façe AX = 56,2 Toiſ.
die halbe Kehle NT = 40,6 und UG = 32 Toiſ.
die Capitale RN = 47,6 und AG = 48,9 Toiſ.

Setzt man l für die Capitale, ſo giebt die oben (Artik. Bollwerk S. 156) gefundene Formel:

$$\frac{Fl}{2}\,\text{Sin.}\,(A-B)+\frac{fg}{2}\,\text{Cos.}\,B$$

den Inhalt jedes halben Bollwerkes. Es iſt aber

$$\frac{AG}{2}(AB+AX)\,\text{Sin.}\,(A-B)+\left[\frac{BF.GF+GU.XU}{2}\right]\text{Cos.}\,B$$

$$=\frac{48,9}{2}(63,7+56,5)\,\text{Sin.}\,30°+\left[\frac{17,2.35,8+32.19,4}{2}\right]\text{Cos.}\,17°$$

= ABFUX = 2060 Grade. Toiſ. Ferner
fbaLM = 2988,7 =
mleqr = 3072 =
tsuzx = 2639,8 =
yiPCI = 2962 =
kKRSF = 2784 =

Man sieht: daß diese Construction hinreichend große Bollwerke giebt. Nur ABPUX scheint etwas klein, dem sich doch durch Vorlegung einer Contregarde oder durch Hinweglassung des ganzen Bollwerkes abhelfen läßt; so wie man überhaupt durch verständig angebrachte Außenwerke den Widerstand einer Festung erhöhen kann. Ueber das Verhältniß der Façen und Flanken ist an einem andern Orte (Artik. Flanken) geredet worden. Im Allgemeinen bedarf es bei der wirklichen Anwendung der irregulairen Fortifikation mancher Weitläuftigkeiten nicht. Theils hängt hier der ganze Umriß der Festung ganz von der Lage des Ortes ab (w. n. i.); theils läßt sich leicht eine Seite verlängern oder verkürzen, ein Winkel mehr oder weniger öffnen, um dadurch sich die Befestigung desselben zu erleichtern, ohne daß es der, von den Franzosen vorgeschlagenen Methode bedarf: „den Umriß der regulair gezeichneten Festung „auszuschneiden und so lange auf dem vergrößerten Terrain zu „verschieben, bis er eine schickliche Lage bekommt."

Italienische Befestigungsmanier stellt uns den Uebergang von den Thürmen der Alten zu den Bollwerken der Neueren dar, und scheint von dem Kriegsbaumeister San Michaeli erfunden, oder wenigstens zuerst angewendet worden zu seyn. (S. Bollwerk.) Sie ward in der Folge durch Marchi, Busca u. a. verbessert, so daß man größere, spitzwinklichere Bollwerke an die Stelle der kleinen, stumpfen setzte, und sie zugleich näher zusammenrückte. Die ältere Manier bekam nun den Namen der Spanischen (w. n. i.), und die eigentlich so genannte Italienische war schon eine Verbesserung derselben. Der Umriß wird bei dieser von innen auswärts getragen, Fig. 139. Tab. XII., so daß AC und $DB = \frac{AB}{6}$; so auch CE und $DF = \frac{AB}{6}$, CX und Dy aber.

Im Sechseck $= \frac{1}{3}$ CD, der Kurtine.
Im Siebeneck $= \frac{1}{3}$ CD;
In den größern Vielecken $= \frac{1}{2}$ CD sind.

Werden nun die Façen durch x und F, so wie durch x und E gezogen, bekommt man den Umriß dieser Befestigungsmanier, die vorzüglich den Nachtheil hatte: daß die Länge der Streichlinien wächst, so wie der vorspringende Winkel spitzer wird; um demnach ihre Länge zu erhalten, mußte man in demselben Maaße AB verkürzen, und die Bollwerke näher zusammenrücken, wodurch ein größerer Aufwand ohne größere Vertheidigungsfähigkeit entstand.

Digitized by Google

K.

Kalk (Chaux), ein genugsam bekanntes Bindungsmittel bei dem Steinbau, das man durch Brennen 1) aus den kalkartigen Steinen, 2) aus der Thon- oder Mergelerde, oder 3) aus den Schaalen der Seemuscheln, erzeuget. Der Steinkalk ist der vorzüglichere, und zwar derjenige, welcher aus den härtesten Steinen gebrannt wird, die daher zu diesem Behuf den andern, weichern Steinarten vorzuziehen sind. Das stärkere oder geringere Aufbrausen der Kalksteine mit der auf sie gegossenen Salzsäure giebt die Menge der in ihnen enthaltenen reinen Kalkerde zu erkennen; man hat zugleich beobachtet: daß der Kalkstein beinahe die Hälfte seines Gewichtes im Brennen verliert, aber wieder bei dem Ablöschen bis auf $\frac{2}{3}$ vermehrt wird.

1 Würfelfuß roher Kalk wog 158 Pfund.
Der daraus gebrannte Kalk betrug $84\frac{1}{4}$ —
Nach dem Löschen wog dieser Kalk $282\frac{1}{4}$ —
Derselbe betrug an Masse $3\frac{1}{8}$ Würfelfuß.

Bei dem Königl. Bergdepartement zu Berlin werden 15 Würfelfuß eingelöschter Kalk auf einen Wispel gerechnet; daher auch Holsche (Grundsätze zur Anfertigung nöthiger Bauanschläge) den Wispel zu $5\frac{1}{4}$ Würfelfuß annimmt; obgleich er eigentlich $10\frac{1}{2}$ Würfelfuß enthält, und man wohl auf 7 Würfelfuß Kalksteine oder 21 W. Fuß gelöschten Kalk rechnen kann.

Wird der Kalk in Tonnen verkauft: so enthält eine Tonne $6\frac{1}{4}$ W. Fuß oder 4 Berliner Scheffel, deren einer 1 Fuß 1096 Zoll im Kubikmaaß beträgt. Man muß jedoch $\frac{1}{3}$ für den leeren Raum abziehen, und kann alsdann das Dreifache für das Produkt des gelöschten Kalkes setzen. Wäre man zugleich genöthiget: den Kalk selbst zu brennen; so werden zu 12 Prahmen Kalksteinen, oder zu 2400 Würfelfuß 17 Haufen Kienenholz, oder 65 Bergscheffel Steinkohlen gebraucht. Es beträgt daher der Verbrauch der Steinkohlen um etwa $\frac{1}{10}$ des Holzes, weil 1 Klafter Holz gleich 6 Scheffel Steinkohlen gerechnet wird.

Um bei Bauanschlägen die erforderliche Menge Kalk berechnen zu können, muß man wissen: wie viel desselben für eine bestimmte Länge Mauerwerk nöthig ist? Nach Belidor beträgt bei den gehauenen Steinen der Mörtel $\frac{1}{6}$, bei Ziegeln aber $\frac{1}{5}$ des Inhaltes der Mauern. Nach Gilly (Handbuch der Landbaukunst) wird an Kalk und Sand erfordert, das Fuder Sand zu 10 Kub. Fuß:

Mauerwerk.	Kubik-Fuß Kalk.	nach Tonnen	Fuder Sand.
Zu 1 Schachtruthe von großen Feldsteinen	18	$1\frac{1}{2}$	$3\frac{3}{4}$
" 1 — — " kleinen Feldsteinen	22	$1\frac{5}{6}$	$4\frac{2}{5}$
" 1 — — " großen Formziegeln $11\frac{1}{2}$" lang, $5\frac{1}{2}$" breit, $2\frac{1}{2}$" dick	15	$1\frac{1}{4}$	3
" 1 — — " kleinen Ziegel, $9\frac{1}{2}$" lang, $4\frac{1}{3}$" breit, $2\frac{1}{8}$" dick.	$18\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{2}$
" 1 Quadratruthe Holzwand, mit großen Formziegeln auszumauern	$6\frac{1}{4}$	$\frac{5}{9}$	$1\frac{1}{4}$
" 1 — — Pflastern von großen Ziegeln auf der hohen Seite	$6\frac{1}{4}$	$\frac{5}{9}$	$1\frac{1}{4}$
" 1 — — — desgl. auf der breiten Seite	$3\frac{1}{8}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{5}{8}$
oder wenn die Fugen blos ausgegossen werden	2	$\frac{1}{6}$	$\frac{2}{5}$
" 1 — — Holzwand, mit kleinen Ziegeln auszumauern	$6\frac{1}{2}$	$\frac{5}{7}$	$1\frac{2}{5}$
" 1 — — Pflaster auf der hohen Seite	$6\frac{1}{2}$	$\frac{5}{7}$	$1\frac{2}{5}$
" 1 — — — auf der breiten Seite	$3\frac{1}{4}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{4}{5}$
" 1 — — — wenn die Fugen blos ausgegossen werden	$2\frac{1}{8}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{2}$
" 1 — — Fliesenpflaster, 8" ins Gevierte	$2\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{2}{5}$
" 1 — — Putz, auf roher Mauer	—	$\frac{1}{3}$	$\frac{4}{5}$
" 1 — — " auf Mauer, oder Lehmfach	—	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$
" 1 — — Decke, auf Bretter-Schalung zu rohren	—	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{4}$
24 Quadr.-Ruthen Decke, 1mal zu schlemmen, und 2mal zu weißen. (1 ℔ Lackmus.)	—	1	—
1000 Dachziegel im Spließdach zu verstreichen ($2\frac{1}{2}$ ℔ Kälberhaare.)	—	$\frac{1}{3}$	$\frac{2}{5}$
150 Hohlziegel in Kalk zu legen	—	1	$2\frac{1}{2}$

Mergelkalk wird in größerer Menge erfordert, wenn man sich seiner bedienen muß, weil er sich nicht so sehr erhebt, wenn er gelbscht wird. Hier sind zu

1 Schachtruthe Mauer von Feldsteinen 6 Tonn., u. 2 Fud. Sand,
1 — — — " Ziegeln 4 " 5 — 2 — —
1 Quadratruthe Putz " — 1 —

nöthig; die Tonne zu 2 Berl. Scheffeln oder $3\frac{1}{4}$ Kub. Fuß gerechnet. Auch muß überhaupt bei allem Kalk, der bis zur Baustelle weit verfahren wird, etwas **mehr** in Anschlag gebracht werden, weil er bei dem nachherigen Löschen nicht so viel aus-

Digitized by Google

giebt, als wenn er eben erst gebrennt ist und sogleich verbraucht wird.

Der Mergelkalk wird immer gleich nach dem Brennen gelöscht, wodurch die als Ziegel gestrichenen Stücken zerfallen, und nun, ohne weiteres, in Säcken fortgebracht werden können.

Zu dem Löschen wird der Kalk in einen 18 Zoll hohen Kasten (die Löschbank) geschüttet, und mit so viel Fluß- oder Regenwasser übergossen, daß die Kalksteine nicht völlig vom Wasser bedeckt sind. Sobald nun der Kalk zu zerfallen anfängt, wird er mit der Kalkhacke gut durcharbeitet, bis er durchgehends zu einem dünnen Brei geworden ist. Nähme man bei dieser Arbeit noch mehr Wasser, würde der Kalk zu flüssig werden und seine bindende Eigenschaft verlieren; da im Gegentheil bei zu wenig Wasser ein Theil des Kalkes unaufgelöset bleibt.

Weil der, zwischen die Fugen der Steine gebrachte Kalk zu lange Zeit erfordern würde, um gehörig auszutrocknen: wird ihm eine bestimmte Menge Sand beigemischt (s. dies Wort), um das Trocknen zu beschleunigen und zugleich einen Theil des Kalkes zu ersparen. Indem sich nämlich die einzelnen Sandkörner mit Kalk überziehen, und dann die rauhen Flächen und Unebenheiten des Steinwerkes ausfüllen, dienen sie selbst: die Steine zusammenzuhalten, und ihre einander berührenden Flächen zu einem Ganzen zu verbinden. Hierzu ist denn aber nicht nur eine möglichst vollkommene Mischung des Sandes mit dem Kalke durch fleißiges Umrühren, sondern auch ein richtiges Verhältniß des einen zu dem andern nöthig. Man sieht wohl: daß sich in Rücksicht dieses Verhältnisses nicht füglich etwas Allgemeines festsetzen läßt, weil es besonders von der Beschaffenheit des Kalkes abhängt. Gewöhnlich setzt man 2 bis 3 Kubikfuß Sand auf einen Kub. Fuß Steinkalk; bei dem Mergelkalk hingegen darf man nicht mehr Sand hinzusetzen, als das Volumen des Kalkes selbst beträgt. Uebrigens hat die Erfahrung gelehrt: daß durch die Vermischung des Sandes mit dem Kalke die Menge des ersteren nicht vermehrt wird. Denn 3 Kub. Fuß Sand und 1 Kub. Fuß Kalk geben ebenfalls nur 3 Kub. Fuß Mörtel.

Kamm des Glacis (Crête) ist die oberste Linie desselben, welche durch seine Höhe bestimmt wird, und sich gewöhnlich 6½ bis 7½ Fuß über den Horizont erhebt. S. bedeckter Weg und Glacis.

Kammer s. Minenkammer.

Kanone (Canon) ist in Festungen zu dem Angriff, wie der Vertheidigung nothwendig. Bei der bekannten geringen

Wirksamkeit des kleinen Gewehres ist nur allein von dem Geschütz ein nachdrücklicher Widerstand zu erwarten. Es kommt daher alles darauf an: dasselbe in einer Festung richtig zu stellen und zweckmäßig zu gebrauchen. Seit der Erfindung des Rikoschetschusses und der häufigen Anwendung der Haubitzen wird jedoch in den ersten Tagen der Belagerung das Festungsgeschütz unbrauchbar seyn, wenn es nicht unter bombenfesten Kasematten steht, oder durch Blendwerke gegen die feindlichen Projectilen geschützt ist. Diese Deckung der Festungsgeschütze ist es, worauf jeder Ingenieur der neueren Zeit bei Anlegung oder Verstärkung einer Festung sowohl, als bei Ausrüstung derselben zur Vertheidigung sein besonderes Augenmerk richten muß, wenn nicht alle künstliche Umrisse und Defilements vergebens und die Bau- und Ausrüstungskosten verloren seyn sollen. S. Defensivkasematten und Kasematten.

Im Festungskriege spielen die größeren Kaliber: die vierundzwanzig- und sechszehnpfündigen Kanonen eine wichtige Rolle. Da es jedoch bei der Vertheidigung nicht sowohl darauf ankommt: feste Hindernisse umzustürzen — die nur 3 Fuß hohen Laufgräben und Batterien bieten ein schwer zu treffendes Ziel dar — als vielmehr die feindlichen Arbeiten zu hindern; scheint es zweckmäßiger, in Festungen größtentheils Zwölfpfünder und lange Sechspfünder anzuwenden, die Vierundzwanzigpfünder aber blos zu dem Widerstande gegen die Breschbatterien zu bestimmen. Hier, bei einer Entfernung von noch nicht 200 Schritten, werden ihre Kugeln die niedrige Brustwehr der letztern nicht verfehlen, und bei der Ueberlegenheit durch die Mehrzahl, muß das Festungsgeschütz nothwendig in diesem fürchterlichen Kampfe Sieger bleiben.

Es ließe sich über die Beschaffenheit und Anwendung der Kanonen hier noch manches beibringen, wenn man die Grenzen dieses Artikels über die Gebühr ausdehnen wollte. Es sei uns daher verstattet: die Leser auf den Artik. Beschießen, vorzüglich aber auf das Wörterb. der Artiller. zu verweisen.

Kappe s. Bonnet.

Karnies wird in der Baukunst bei den Verzierungen der Säulenstühle, Gesimse u. dergl. angewendet. Fig. 141. Tab. XII. Er besteht aus einer Hohlkehle ac und einem, ihr gleichen Viertelsstabe bc. Seine Ausladung ist verschieden, so daß ad und be entweder = ac, oder auch ad > ac wird.

Karst oder Weingärtnerhacke (feuille de sauge) Tab. XII. Fig. 140. wird von den Minirern in sandigem, mit Kies vermischten Boden gebraucht. Der Stiel des Werkzeuges ist 2 Fuß lang.

Kasematten sind bombenfeste Gewölbe von dreierlei verschiedener Art: blos zur Unterbringung der verschiedenen Kriegsvorräthe und der Besatzung dienende; oder aber zu Sicherstellung des Geschützes und der Truppen gegen das feindliche Wurffeuer; oder endlich zu beiderlei Zweck zugleich, eingerichtet. Ihre Vortheile sind schon oben (Artik. Defensivkasematten) auseinandergesetzt, und die ihnen von den französischen Ingenieuren mit Unrecht vorgeworfenen Mängel beleuchtet worden. Es bleibt uns daher nur übrig: hier einige Erläuterungen über die besondere Beschaffenheit dieser Kasematten und über ihre Anlage unter den Façen der Werke hinzuzufügen. An diesem Orte sind sie von den neuern Kriegsbaumeistern weder vorgeschlagen, noch ausgeführt worden. Die alten Italiener hingegen machten ihre Futtermauern doppelt, und überwölbten die Verbindungsmauern, wie man in Dilichs Kriegsschule sieht. Hier darf nur die Erde zwischen den Widerlagen der Gewölbe herausgenommen werden, um sehr zweckmäßige Defensivkasematten zu bekommen. An einigen alten Bergschlössern findet man sogar durchaus hohl gewölbte Bollwerke, mit doppelten und dreifachen Stockwerken von Kasematten, aus denen sowohl in den Façen als Flanken Schießlöcher gebrochen sind. Auf diese Art ist das Schloß Sonnenstein bei Pirna in Sachsen gebauet, mit drei kleinen aufgemauerten Bollwerken gegen das Elbthal, und mit einem doppelten, in Felsen gehauenen Graben gegen die Landseite. Belidor (Science des Ingenieurs) kennt sie blos als Aufbewahrungsörter für mancherlei Vorräthe; derselben Meinung ist auch Bousmard und St. Paul; beide halten sie in dieser Rücksicht für sehr nothwendig. Der letztere führt sogar eine Stelle aus Vaubans Vertheidigung der Festungen an, wo der große Belagerer sagt: „Es würde nur wenig Aufwand machen, „jährlich in einer Festung eine oder zwei Kasematten anzulegen. „Nach 8 oder 10 Jahren würde man so den wesentlichen Vor„theil einer hinreichenden Menge guter und zu allen Vorräthen „nützlicher Magazine erlangen." Man sieht hieraus: daß Vauban den Nutzen zweckmäßiger Kasematten erkannte, obgleich er in den von ihm erbaueten Festungen beinahe gar keine angelegt hat. Seine Nachahmer haben, leider! den Rath ihres Vorgängers schlecht befolgt, und sich begnügt: die schon vorhandenen Außenwerke noch zu vermehren, ohne zu bedenken: daß dadurch eine größere Besatzung nothwendig ward, für die man wieder neue — nirgends sicher unterzubringende — Vorräthe bedurfte. Die Festungen verloren demnach vielmehr von ihrem Widerstandsvermögen, anstatt dasselbe zu erhöhen. So verhält sichs mit Lille, wo man zwar noch Contregarden angebracht, aber keine bombenfesten Vorrathshäuser erbauet hat, so daß ein Bombardement von wenig Tagen diese Festung

nothwendig aufs äußerste bringen müßte; wenn man sie ernstlich angreift und sich nicht mit einer bloßen Einschließung begnügt. In der neueren Zeit, nachdem Montalembert, Mandar und Belair auch in Frankreich den Kasematten das Wort geredet, nachdem die Deutschen viele derselben mit großem Aufwande in Kölln, Magdeburg, Wesel, Glatz, Graudenz, Silberberg, Kosel, Schweidnitz, Pleß, Theresienstadt ꝛc. erbauet hatten, scheint man doch auch in Frankreich ihren Nutzen eingesehen zu haben. Denn man findet ihrer, nächst den älteren in Charlemont, dem Fort Teureau, Besançon und Dole, auch in den steinernen Redouten zu Luxemburg, unter den konkaven Flanken der Bastione des Forts auf der Insel Aix, in dem Fort zu Ostende, und endlich in den drei Forts, welche die Rhede von Cherbourg vertheidigen. Alle diese Gewölbe haben jedoch den allgemeinen Fehler: daß sie entweder gar nicht, oder doch nur zur Vertheidigung mit kleinem Gewehr, eingerichtet sind. Diesen Mangel an offensiver Kraft hat man zwar durch eine stärkere Mauerdicke zu erreichen gesucht, und St. Paul will sie deshalb (wie schon Belidor) blos unter massive Bollwerke legen, oder unter hohlen Bollwerken, so wie unter der Kurtine, sie nicht durch die ganze Stärke des Walles hindurch gehen lassen. Es fällt jedoch in die Augen: daß man die Baukosten weit nützlicher anwenden kann, wenn man die Kasematten zur Vertheidigung mit Geschütz einrichtet, wie es früher häufig geschehen ist. Die unter den, von der Angriffsseite abgekehrten Polygonen liegenden, können alsdann sehr bequem zu Aufbewahrung allerlei Bedürfnisse und zu Unterbringung der Besatzung gebraucht werden.

Es ist vorher (l. c.) erwiesen worden: daß die vortheilhafteste Art der Kasematten unter den Façen der Bollwerke und der Tenaillen liegen muß; obgleich man sie fast allgemein nur unter den Flanken findet (s. dies Wort), um den Graben zu bestreichen. Nimmt man nun die Bollwerksface nach Cormontaigne zu 30 Ruthen, die Widerlage der Gewölbe aber zu 6 Fuß, und die Weite der letzteren im Lichten zu 24 Fuß an: wird man auf jeder Face (wenn das Geschütz besonders, nach Montalemberts Vorschlag, doppelt gestellt wird) eine hinreichende Anzahl Geschütz aufstellen können: die Anlegung der Breschbatterien so gut als unmöglich zu machen. Um den vorspringenden Winkel des bedeckten Weges zu vertheidigen, wird die Spitze des Bollwerkes oder der Tenaille AB Fig. 142. Tab. XIII. mit 20 bis 48 Fuß gebrochen, so daß auf dieser Linie 2 oder 4 Haubitzen in 2 Gewölben Raum finden, mit denen man nicht nur die Capitale sehr wirksam bestreichen, sondern auch die Brustmauer EF der Gallerie unter der Contrescarpe einschießen kann, um sie für den Feind nach Eroberung des bedeckten Weges unnütz zu machen.

Digitized by Google

Die Gewölbe (s. d. Wort) dieser Kasematten müssen senkrecht auf die Façen gesetzt werden, und entweder queer durch den Wall hindurch gehen, oder hinten durch eine Gallerie verbunden seyn. Die erstere Einrichtung ist jedoch die vorzüglichere, weil hier das Geschütz sich bequemer in die Kasematten bringen läßt, und weil der freie Luftzug nicht nur den Pulverdampf schnell hinweg nimmt, sondern auch die Kasematten trocken erhält, daß sie gute Aufbewahrungsörter und gesunde Wohnungen abgeben. Ihre Einrichtung erhellet aus Fig. 96 und 104. Tab. VIII. Da das, in ihnen stehende Geschütz vorzüglich gegen die Breschbatterie D. Fig. 141. Tab. XIII. gerichtet ist: müssen auch nothwendig die Schießscharten eine dieser Absicht entsprechende Richtung bekommen. Es würde zwecklos, selbst nachtheilig seyn: sie gerade durch die Frontmauer zu brechen, und sie so weit zu öffnen: daß man ein hinreichendes Gesichtsfeld erhielte. Man nimmt vielmehr die Mitte der Breschbatterie — deren Lage durch den Kamm des bedeckten Weges schon im Voraus genau bestimmt ist — zur Directionslinie an, nach der 10 bis 12 Schießlöcher gerichtet werden, die sich übrigens vorne um 5 bis 6 Fuß öffnen dürfen, weil bei ihnen keine beträchtliche Seitenrichtung statt findet. Ihre übrigen Maaße, und die bei ihnen nothwendigen Blendladen werden weiter unten (Art. Schießscharten) genauer beschrieben werden.

Die Stärke der Bögen ist bei den Kasematten zum Widerstande gegen die darauf fallenden Bomben, durch die Erfahrung zu 3 Fuß bestimmt worden, wenn das Gewölbe halbkreisförmig geschlossen ist, und 3 bis 5 Fuß Erde über sich hat, wie es zu diesem Zweck immer seyn sollte. Die Erfahrung hat nämlich in den Belagerungen von Laudau, Ath u. a. gezeigt: daß kreisförmige Gewölbe allen auf sie geworfenen Bomben widerstanden. In Tournay fielen über 45000 Bomben in die Citadelle, und größtentheils auf 2 darin befindliche Pulvermagazine, ohne ihnen den geringsten Schaden zuzufügen. In Dresden fielen mehrere Bomben auf die Kuppel der Kirche U. L. Frauen, und rollten ebenfalls ohne allen Nachtheil von dem aus Sandstein erbaueten Gewölbe herab. Zwei Kasematten, mit gedruckten Bögen gewölbt, wurden hingegen in Tournay schon von der vierten Bombe eingeschlagen, obgleich 5 bis 6 Fuß Erde über ihnen lagen.

Um theoretisch sowohl die Dicke der Bögen, als die Stärke der Widerlagen zu bestimmen, giebt Prony (Architectura hydraulica) die Formel $h = \frac{\frac{1}{2}A}{P \text{ tang. } a}$; wo h die Länge des Schlußsteines, oder die Stärke des Gewölbbogens E F, A das Profil des Gewölbes, a der Winkel, welchen die Brechungsfugen M L. Fig. 144. Tab. XIII. mit der Vertikale machen, und

P der Druck ist, welche die zu dem Gewölbe angewandten Steine auszuhalten vermögen, ohne zerdrückt zu werden. Müller (Practical fortification) findet allgemein die Stärke der halbkreisförmigen und gothischen Gewölbe an der schwächsten Stelle bei M = $\frac{1}{4}$ des Halbmessers ihres innern Bogens OL oder OE; der gedrückten elliptischen Fig. 148. hingegen, = $\frac{1}{4}$ der halben Oeffnung im Lichten AO. Für die Stärke der Widerlage aber 1) bei halbkreisförmigen Gewölben Fig. 144. findet er:

$$x + \frac{n}{c} = \sqrt{\frac{2ng}{c} + \frac{n^2}{c^2}}$$

oder: $$cx + n = \sqrt{((2cg + n)n)}$$

wo denn n, die nach der Richtung LI wirkende Kraft, oder die Summe der Schwere aller zwischen AE liegenden Gewölbsteine, d. i. den Inhalt des Stückes EFGA; c die Höhe der Widerlagen CD; x die Dicke derselben DA; endlich g = c + 2m — a ist. Es entstehet hier m die Entfernung des Schwerpunktes L von der Vertikale OE aus den beiden Halbmessern des äußern und innern Zirkels b = OG und a = AO; daß m = $\frac{b^3 - a^3}{3n}$. Setzt man nun ab = 12′; b = 15′: wird n = 63′ 58″, und daher m = 8′, 6″ 5‴, und g = 2026, endlich x = 9′ 5″ 3‴; wenn die Reibung völlig bei Seite gesetzt wird; oder 8′ 2″ 4‴, wenn man $\frac{1}{5}$ für die Reibung abziehet.

2) Bei einem ebenfalls halbkreisförmigen Gewölbe, dessen Höhe Ex aber zur halben Weite Ax wie 9 : 12, Fig. 147. Ist hier die Weite im Lichten, wie vorher 24′, die Höhe der Widerlagen 15′: so wird die Dicke der Widerlagen — $\frac{1}{3}$ für die Reibung abgezogen 8′ mehr.

3) Bei einem elliptischen Gewölbe von 24 Fuß Weite und von der Höhe des vorhergehenden, das 3 Fuß stark ist, Fig. 148. wird die Dicke der Widerlagen 7′ 5″ 1‴.

4) Bei einem gothischen Gewölbe, Fig. 150. ist die Dicke der Widerlagen unter obigen Bedingungen 9′ 1″ 6‴.

Wenn die äußere Seite des Gewölbes DF. Fig. 145, 146, 149, 151 eine gerade Linie ist: muß nothwendig durch den vergrößerten Inhalt des Profiles auch ein stärkerer Druck auf die Widerlagen entstehen, und daher eine größere Dicke derselben erfordert werden.

1) Bei dem halbkreisförmigen Gewölbe Fig. 145, wo FG senkrecht auf OM stehet, sey OA = a, OM = FM = b, das Verhältniß des Radii zur halben Peripherie = 100 : r, so ist die Fläche AGFE oder n = $b^2 - \frac{ra^2}{400}$; die Entfernung des Schwerpunktes des Gewölbes L, von der Vertikale OF = VL.

Digitized by Google

$= KO = HK$, oder $m = \frac{b^2\sqrt{2} - a^2}{\left(b^2 - \frac{ra^2}{400}\right)^{\frac{1}{3}}}$; ferner AB $= c$; $BC = x$; daher $OD = a + x$; $OH = 2m$; $CI = CD - DI = c - a - x + 2m$; oder wenn man $c + 2m - a = g$ setzt, $CI = g - x$; denn $DH = DI = HS = a + x - 2m$; folglich $cx + n = \sqrt{((2cg + n)n)}$. Welches, mit Berücksichtigung der Reibung 10′ 3″ 6‴, und ohne dieselbe 11′ 7″ 6‴ giebt.

2) Für ein, ebenfalls halbkreisförmiges Gewölbe, dessen Höhe aber zur Weite nur wie 9 : 12, und dessen Stärke bei M $= 3\frac{1}{3}'$ ist, wird die Stärke der Widerlagen, $\frac{1}{3}n$ für die Reibung abgezogen: 9′ 5″ 3‴. Fig. 147.

3) Ein elliptisches Gewölbe von demselben Verhältniß und 3 Fuß Stärke, Fig. 149. giebt für die Dicke $BC = 11'\ 6''\ 9'''$, wenn Nichts für die Reibung gerechnet wird. Außerdem wird sie nur 10′ 0″ 6‴.

4) Bei einem gothischen Gewölbe von 4′ Stärke, Fig. 151. und 24 Fuß Weite, ist ohne Reibung $BC = 11'\ 8''$, mit derselben aber 10′ 6″ 7‴. Es bedarf demnach ein kreisförmiges Gewölbe, unter allen übrigen Arten, der stärksten Widerlagen; dagegen leistet es aber auch den größten Widerstand, wie vorher gesagt worden.

Werden — wie bei freistehenden Pulvermagazinen gewöhnlich geschieht — Strebepfeiler an die Seitenwände gesetzt, um die Widerlagen zu verstärken: so bedarf es nothwendig einer geringern Dicke der letztern, um den gehörigen Widerstand gegen den Druck des Gewölbes zu leisten. Setzt man den Inhalt der Fläche AEFG $= n$; $OA = a$; $OM = GM = FM = b$; $AB = c$; die Länge der Strebepfeiler $VC = h$, und $BC = AD = x$: so hat man $KO = LK = KH = \frac{b^3\sqrt{2} - a^3}{n} = m$, und $RH = RI = AO + AD + RD - OH = a + x + b - 2m$. Ferner $IV = RV - RI = c - a - x - b + 2m$; oder wenn $c - a - b + 2m = g$, so ist $IV = g - x$. Nun läßt sich das Gewicht der Widerlagen und der Strebepfeiler zusammen als aus den beiden Größen $ng - nx$ und $cbx + \frac{cx^2}{2}$ bestehend, annehmen; wo aber $\frac{cb}{3}$ gesetzt werden muß, wenn die Dicke der Strebepfeiler sich zu ihren Zwischenräumen verhält, wie 1 : 2. Man bekommt dadurch für die Bedingung des Gleichgewichtes:

$$ng - nx = cbx + \frac{cx^2}{2} + \frac{cb}{6};$$ oder

$\frac{2ng}{c} - \frac{b^2}{3} = x^2 + 2bx + \frac{2nx}{c}$; oder

$\sqrt{\left[\frac{2ng}{c} - \frac{b^2}{3} + \left[b + \frac{n}{3}\right]^2\right]} = x + h + \frac{n}{c}$

und endlich, wenn man $cb + n = q$ setzt,

$\sqrt{\left[2cng - \frac{c^2b^2}{3} + q^2\right]} = cx + q$. Ist $a = 12'$; $b = 15$; $h = \frac{2a}{6} = 4'$; und $c = 9$: so wird $n = 111' 96''$, und $m = 9' 0'' 2'''$; nicht minder $g = 1104$, und $q = 1479600$. Daher wird $\sqrt{\left(2cng - \frac{c^2b}{3} + q^2\right)} = 2063325 = cx + q$; oder $x = \frac{2063325 - 1479600}{900} = 6' 4'' 8'''$.

Müller hat hiernach folgende Tafel der erforderlichen Stärke der Widerlagen berechnet; jedoch ohne auf die Reibung Rücksicht zu nehmen.

Höhe der Widerlagen.	9	10	12	14	15	16	18
Weite der Gewölbe im Lichten.	Stärke der Widerlagemauern.						
10	3,68	3,76	3,89	3,99	4,39	4,07	4,13
12	4,23	4,34	4,52	4,65	4,71	4,76	4,84
16	5,22	5,38	5,64	5,86	5,94	6,03	6,16
18	5,66	5,85	6,16	6,41	6,52	6,61	6,78
20	6,08	6,29	6,65	6,93	7,05	7,18	7,37
24	6,84	7,10	7,55	7,92	8,07	8,22	8,47
26	6,96	7,48	7,79	8,37	8,55	8,71	8,99
28	7,54	7,84	8,37	8,81	9,00	9,18	9,49
30	7,85	8,18	8,75	9,23	9,45	9,63	9,98
32	8,16	8,51	9,12	9,63	9,86	10,07	10,43
34	8,46	8,82	9,47	10,03	10,27	10,49	10,89
36	8,75	9,16	9,82	10,40	10,66	10,89	11,33

Er setzt immer die Strebepfeiler $\frac{1}{6}$ der innern Weite des Gewölbes lang, und entfernt sie um das Doppelte ihrer Weite auseinander. Die Reibung wird von ihm nicht berücksichtigt, um einen desto größern Widerstand gegen die Prokussionskraft der Bomben zu bekommen. Ueber die Dicke der Gewölbe am

Schlußſteine fügen wir die, von dem franzöſiſchen Baumeiſter Gautier nach der Erfahrung gegebene Tafel bei.

Weite der Gewölbe Fuß.	Dicke der Bögen. Aus harten Steinen. ′	″	‴	Aus weiche Steinen. ′	″	‴	Weite der Gewölbe Fuß.	Dicke der Bögen. Aus harten Steinen. ′	″	‴	Aus weichen Steinen. ′	″	‴
6	1	3	0	2	0	0	42	2	9	8	3	9	8
8	1	4	0	2	1	6	44	2	11	4	3	11	4
10	1	5	0	2	3	0	46	3	0	10	4	0	10
12	1	6	0	2	4	6	48	3	2	6	4	2	6
14	1	7	0	2	6	0	50	3	4	0	4	3	10
15	1	7	6	2	6	9	52	3	5	8	4	5	6
16	1	8	0	2	7	0	54	3	7	4	4	7	2
18	1	9	0	2	9	0	56	3	8	10	4	8	10
20	1	10	0	2	9	6	58	3	10	6	4	10	3
22	1	11	0	2	10	0	60	4	0	0	5	0	0
24	2	0	0	2	10	6	64	4	3	4	5	3	0
25	2	0	6	2	10	9	68	4	6	6	5	6	4
26	2	1	0	2	11	0	70	4	7	6	5	8	0
28	2	2	0	2	11	6	72	4	9	8	5	9	7
30	2	3	0	3	0	0	78	5	2	8	6	2	6
32	2	4	0	3	1	8	80	5	4	0	6	3	10
34	2	5	0	3	3	0	84	5	7	4	6	7	2
36	2	6	0	3	4	0	88	5	10	6	6	10	3
38	2	7	0	3	5	0	90	6	0	0	7	0	0
40	2	8	0	3	8	0	96	6	4	10	7	4	8

Dieſe Beſtimmungen in Abſicht der Gewölbe ändern ſich bei dem wirklichen Bau derſelben dahin ab: daß hier auf die gewöhnliche Stärke des — ſowohl natürlichen als künſtlichen — Steinwerkes Rückſicht genommen werden muß. Werden Mauer- oder Ziegelſteine angewendet, ſo lehrt die Erfahrung: daß ein Bogen

unten 6 Fuß weit 1 Stein dick,
— 10 — — 1½ — —
— 16 — — 2 — —
— 20 — — 2½ — —

hinreichende Feſtigkeit hat, welche Dicke jedoch bei bombenfeſten Gewölben bedeutend vermehrt werden muß. Da nun zugleich das mögliche Verhauen der Steine, um ihnen eine keilförmige Geſtalt zu geben, nicht ganz aus den Augen geſetzt werden darf, ſo iſt klar: daß man ſtärkere Bögen auch weiter im Lichten halten muß, weil außerdem der untere Theil der Gewölbſteine zu ſpitz ausfallen würde. Es iſt aber der Erfahrung ge-

mäß: daß man die Mauerziegel an der untern Kante nur um etwa 1 Zoll verhauen kann, ohne ſie unbrauchbar zu machen. Um zugleich die Steine unter einander gehörig zu verbinden, iſt es vortheilhafter: Mauerziegel mit anzuwenden, die nur ¼ der gewöhnlichen Länge haben, und die abwechſelnd mit den ganzen Steinen eingelegt werden. (Siehe Gilly's Landbaukunſt 1. Thl. S. 209 folg.)

Da die Kaſematten, theils ſchon wegen ihrer Lage unter den Wällen, theils zu mehrerer Sicherheit gegen die Bomben, gewöhnlich mit Erde bedeckt ſind, müſſen ſie oben waſſerdicht gemauert werden. (S. Cement.) Man giebt ihnen zu dem Ende oben einen dachförmigen Rücken, der in den eingehenden Winkeln mit Abzugrinnen verſehen wird, um das ſich herunter ziehende Waſſer abzuleiten. Belidor ſchlägt folgendes Verfahren vor: Nachdem das Gewölbe mehrere Monate Zeit gehabt hat, zu trocknen, werden die Fugen mit einem eiſernen Haken ausgekratzt, mit Waſſer benetzt und mit Cement ausgeſtrichen. Man überziehet hierauf die ganze äußere Fläche, 1½ Zoll dick, mit friſchem Cementmörtel, und wenn dieſer anfängt, hart zu werden, läßt man ihn mit grobem Sacktuch abreiben, das in flüſſig gemachten Mörtel eingetaucht iſt. Man bedeckt zuletzt das ganze Gewölbe mit Strohmatten, um das Aufreiſſen zu hindern, und wiederholt das Beſtreichen ſo lange, bis ſich keine Ritzen mehr zeigen. Man überſchüttet nun die Oberfläche der Kaſematte, 5 Zoll hoch, mit grobem Flußſand oder Kies, auf den man eine Lage Erde, von 1½ Fuß Höhe, trägt. Auf dieſe Weiſe fährt man fort, bis zur völligen Höhe der Erde, die immer wenigſtens 3 Fuß betragen muß. Wenn ſich Geſchützſtände über den Kaſematten befinden, darf der Cementüberzug nicht vor dem Abhange aufhören, ſondern er muß an der Futtermauer in die Höhe gehen, und eine rings um den Geſchützſtand laufende Rinne das Regenwaſſer nach dem Graben ableiten.

Zu dieſem Ueberzuge der Kaſematten iſt auch ein Kitt anwendbar; je nachdem das Gewölbe mit Erde überſchüttet oder mit Steinen bedeckt wird, um zum Geſchützſtande zu dienen, wo folglich die Oberfläche bald trocken, bald naß iſt; da man im erſteren Falle annehmen kann: daß ſie, wegen der darauf liegenden Erde, beſtändig feucht bleibt.

1) Kitt, der beſtändig im Feuchten iſt.

5 Pfund an der Luft gelöſchten Kalk,
2½ — Ziegelmehl,
½ — Hammerſchlag oder Glühſpahn,
¼ — klar geſtoßenes Glas,
8 — Leindl.

2) Kitt, der bald im Trocknen, bald im Nassen ist:

5 3/4 ℔ an der Luft abgelöschten Kalk,
2 1/2 — Ziegelmehl,
1/4 — klar gestoßenes Glas,
2 — Leinöl.

Die sehr trocken und klar gestoßenen Bestandtheile des Kitts werden in einem Mörser mit 3/4 des Oeles zu einem steifen Teige gestoßen; man schüttet hierauf das letzte Viertel des Oelrs hinzu, nimmt den Teig aus dem Mörser, und schlägt ihn auf einer Steinplatte mit einem 20 ℔ schweren Eisen 8 bis 10 Stunden lang, indem man die breit getriebene Masse wieder zusammen legt und von neuem schlägt. Bei der Anwendung dieses Kitts müssen die völlig trocknen Fugen des Mauerwerks einigemale mit Oel ausgestrichen und alsdann die Masse mit einem Streicheisen hinein gebracht werden. (Man sehe auch Krünitzens Encyclopädie, 39. Thl. Art. Kitt; und 12. Thl. Fensterkitt.)

Bei der vortheilhaften Anwendung, welche sich von den Mörsern zu Vertheidigung der Festungen machen läßt, ist es nothwendig: auch sie und ihre Bedienung gegen die Bomben und Steinwürfe der Belagerer zu sichern. Der schwedische General Virgin hat zuerst diese Idee aufgestellt, und Carrot sie von ihm entlehnt; ohne doch seine Quelle anzugeben. Die Einrichtung und der Gebrauch dieser Mörserkasematten wird weiter unten (s. d. W.) näher beschrieben werden.

Kasernen (Casernes) heißen bekanntlich die, in Festungen und großen Städten zur Wohnung der Besatzung eingerichteten Gebäude, die in jenen ihre Lage mehrentheils längs der Kurtine haben, und den Soldaten einen, nichts weniger als sichern Aufenthalt gewähren. Da sie gewöhnlich nicht bombenfest gebauet sind, und sich schon durch ihre Form vor den andern Bürgerhäusern auszeichnen: dienen sie bei einer Belagerung zum Ziel. So ist der Soldat nach einigen Tagen genöthiget: sich in die — gewöhnlich feuchten und ungesunden — Kasematten zu flüchten, anstatt eine gut und zweckmäßig eingerichtete Kaserne ihnen einen gleich bequemen und sichern Aufenthalt gewähren würde.

Es scheint zwar der Aufwand für die Erbauung der Kasernen überflüssig; weil die Soldaten sich eben so gut, und besser noch befinden, wenn man sie bei den Bürgern einquartirt. Allein, nicht nur hat man in den Kasernen die Soldaten immer in seiner Hand, und es bedarf nur wenig Minuten, sie zu versammeln, während die bei den Bürgern einquartirten — besonders des Nachts — einer ungleich längern Zeit bedürfen, um zusammen zu kommen. Ja, die Feigen und Uebelgesinnten wer-

den ganz wegbleiben, unter dem Vorwande: daß sie nicht aus ihren Quartieren haben kommen können. Man sollte daher überall, wo es nur irgend die Umstände erlauben, Kasernen anlegen, oder große öffentliche Gebäude für diesen Zweck einrichten. Es ist zugleich nothwendig: entweder die Kasernen gleich anfangs ein bis zwei Stock hoch bombenfest zu wölben; oder ihre Hauptmauern wenigstens so einzurichten: daß man den innern Raum, zur Zeit einer Belagerung, durch übergelegte Balken und aufgeschüttete Erde sichern kann. St. Paul schlägt vor: das Erdgeschoß aller neu erbaueten Kasernen in den mittleren Festungen 3 Fuß dick zu wölben, um hier zur Zeit einer Belagerung die Besatzung und einen Theil des Mundvorraths unterbringen zu können. Dies würde allerdings einen bequemeren und gesunderen Aufenthalt geben, als die feuchten, stinkenden Gewölbe unter den Wällen, deren Baukosten bei der Einrichtung, welche sie gewöhnlich haben, mit ihrem Nutzen in keinem Verhältniß stehen. Nur dann, wenn die Kasematten oben wasserdicht gewölbt sind, und unter dem Walle völlig hindurch gehen, so daß überall ein freier Luftzug statt findet, können sie die Stelle der Kasernen in vollem Maaße ersetzen.

Man sollte damit zugleich eine andere, schon von Vauban angerathene Einrichtung verbinden: daß nämlich die Bürger in den Festungen verbunden wären: die Keller ihrer Wohnhäuser mit 3 Fuß dicken T gewölben zu versehen, und Schornsteine darin anzubringen, um bei einer eintretenden Belagerung mit ihren Familien darin wohnen zu können. In der That! man wird sich von einer Festung mittlerer Größe nur wenig Widerstand zu versprechen haben, wenn die Einwohner nicht eben so gut, als die Besatzung einen sichern Zufluchtsort für sich und die Ihrigen finden! wenn sie sich nach einem kurzen Bombardement zugleich mit ihrem Obdach, auch ihrer vorräthigen Lebensmittel beraubt sehen. Jene Verstärkung der Kellergewölbe würde die Baukosten der Häuser nicht bedeutend erhöhen, und die in den Festungen befindlichen Ingenieure müßten darüber wachen: daß die deshalb gegebene Verordnung gehörig befolget würde.

Die Größe und innere Beschaffenheit der Kasernen hängt theils von der unterzubringenden Menge Soldaten, theils von dem Raum ab, der dazu vorhanden ist, und dem gemäß man den Kasernen zwei oder drei Stockwerke giebt. Das Mittelgebäude ist alsdann zu den Soldatenwohnungen, die Pavillons auf beiden Seiten aber für die Offiziere bestimmt. Die Zimmer werden 16, 18 bis 22 Fuß lang und 14 bis 18 Fuß breit gemacht. Die Hauptmauern bekommen 2 Fuß, die mittleren Scheidewände 12 bis 18 Zoll Stärke. Hat das Gebäude Tiefe genug, wie es gewöhnlich der Fall ist: läßt man einen 6 Fuß

breiten Corridor mitten hindurch laufen, aus dem man zu beiden Seiten in die Soldatenstuben kommt. Am vortheilhaftesten werden diese so eingerichtet: daß sich neben jeder zu beiden Seiten die Schlafkammern befinden.

Bousmard bestimmt die Kasernen zur Defension, und will sie deshalb in die Kehlen der Bollwerke legen, um sich ihrer als Abschnitte zu bedienen (s. d. Wort). Auch andere Kriegsbaumeister haben früher schon ähnliche Ideen gehabt; man findet sie im Landsberg, Herbort u. a. Zur Vertheidigung eingerichtete Kasematten unter den Façen der Bollwerke oder Tenaillen werden jedoch zu derselben Absicht dienen, und zugleich nützlicher seyn und die Widerstandsfähigkeit der Festung bedeutender erhöhen, als diese — eben so kostbaren — Gebäude, die nur in Verbindung mit einer zweckmäßigen Bauart der Werke wirklich vortheilhaft sind.

Kaskadenförmige Anordnung der Außenwerke, s. Ueberhöhen.

Kastel, s. Citadelle.

Kastengrund (fonder par coffres) wird in nassem, quellenreichen Boden angewendet, wo man befürchten muß: durch das plötzlich von allen Seiten hervorströmende Wasser bei dem Graben des Grundes gehindert zu werden. Es wird deshalb blos ein so großes Stück Graben für die Grundmauer ausgehoben, als man in einem Tage ausmauern kann. Nachdem man nun diesen Graben mit Brettern ausgesetzt und mit Holzstücken abgesteift hat: fängt man sogleich zu mauern an, und füllt diese Art Kasten aus, nach dessen Beendigung man einen neuen anfängt, und ihn eben so ausmauert, bis nach Vollendung dreier oder vier, das Mauerwerk des ersten trocken ist, und man die Seitenbretter hinweg nehmen kann.

Katze (Cavalier), ein erhöhetes Festungswerk, das bald auf dem Bastion, bald auf der Kurtine liegt, und bestimmt ist: entweder das vorliegende Terrain zu überhöhen; oder aber gegen das Einsehen von nahen Höhen zu schützen. In der frühern Zeit wendete man diese großen Erdmassen häufig an; weil sie jedoch schon von weitem gesehen und beschossen werden konnten, hat man — obwohl mit Unrecht — später ihren Gebrauch verlassen, und Vauban sie nur noch in seinen vollen Bollwerken angebracht. Er legte zu dem Ende den Wall des Kavaliers gleichlaufend mit dem Walle des Bollwerkes, 18 Fuß dick und mit einer, seiner Höhe verhältnißmäßigen Böschungsanlage (von 12 bis 20 Fuß), statt deren man jedoch öfters eine Fut-

Digitized by Google

termauer E. findet, wenn das Bollwerk nicht groß genug ist, um den innern Raum des Kavaliers um CF. Fig. 154. Tab. XIII. zu vergrößern. Gewöhnlich ist aber diese Futtermauer M zu hoch und kann schon von weitem niedergeschossen werden K, wo alsdann die herabfallenden Trümmern den innern Raum des Bollwerkes anfüllen, und dasselbe dadurch unhaltbar machen. Mit diesem Nachtheil verbindet sich noch der: daß ein solcher Kavalier keinen Abschnitt im Bollwerk zu machen erlaubt, weil sein Wall, wenn die Brustwehr AB abgekämmt ist, zugleich mit nieder geschossen wird, und daher keineswegs als Abschnitt dienen kann.

Cormontaigne hat die Einrichtung des Kavaliers dahin verbessert; daß er ihren Wall durch einen 12 Fuß tiefen und 30 Fuß breiten Graben x von dem Wallgange des Bollwerkes absondert, und die Futtermauer seiner Escarpe so niedrig macht: daß sie nicht von den feindlichen Feldbatterien eingeschossen werden kann. Die Höhe und äußere Böschung der Brustwehr hängt von der Absicht ab, aus welcher der Kavalier angelegt worden ist. An dem Punkte, wo die verlängerten Ravelinsfaçen auf das Bollwerk treffen, werden die Abschnitte B. Fig. 95. Tab. VIII. gemacht, die einen ohngefähr 30 Fuß breiten Graben haben. Sie bestreichen den Wallgang des Bollwerkes der Länge nach, und dem Feinde das Festsetzen auf demselben und die Anlegung der Breschbatterie zu erschweren. Da ihre Gräben gerade hinter der Brustwehr des Ravelins liegen, kann der Feind nicht Bresche auf den Kavalier schießen; sie sind zugleich durch die Futtermauer verschlossen, damit bei einem trocknen Graben der Feind nicht hier eindringen und sich der Treppe bemächtigen kann, um den Vertheidigern der Bresche den Rückzug abzuschneiden. Obschon nun dieser Theil der Futtermauer hinreichend durch die hintere Ecke des Ravelins gedeckt ist, daß er nicht von der Breschbatterie vor der Spitze des letztern Fig. 128; s. eingeschossen werden kann; und wäre dies auch, der Feind dennoch hier nicht herein kommen könnte, weil die Trümmern der Mauer den Ausgang des Grabens verstopfen würden: ist doch die Treppe und der Durchgang unter dem Walle des Abschnittes den Schüssen dieser Batterie so ausgesetzt, daß die Belagerten bald alle Möglichkeit verlieren werden, auf den Wallgang zu kommen, und ihn verlassen müssen, ehe noch der Belagerer daran denken kann, die Bresche zu stürmen. Erwägt man ferner: daß der so häufig gewordene Gebrauch der Wurfgeschütze auch den innern Raum der Bollwerkskatze unhaltbar macht, und daß — wenn auch die Futtermauer E. Fig. 154. Tab. XIII. unberührt bleibet — dieses Werk durch Abkämmen der Brustwehr FL vertheidigungslos wird; so sieht man leicht: daß die Katze in der hier beschriebenen Form der Absicht keineswegs entspricht.

(S. Abſchnitt.) Sie läßt ſich überdies auf dem Wallgange hohler Bollwerke nicht anbringen, die doch aus den oben (S. Bollwerk) angeführten Gründen den vollen weit vorzuziehen ſind. Bei der anerkannten Nothwendigkeit: das Feld zu überhöhen und die feindlichen Laufgräben durch Senkſchüſſe zu treffen, weil ihre niedrige Lage ſie den horizontalen Schüſſen raſirender Werke entzieht, ſind aber hohe Werke, wie die Kavallere, durchaus nicht zu entbehren. (S. Dominiren.) Man ſollte ſie daher entweder in die Kehle der Bollwerke, oder zu beiden Seiten derſelben auf die Kurtine legen. Der Einwurf: daß ſie hier die Bewegungen des Geſchützes und der Truppen hindern, iſt grundlos: weil man entweder vor ihnen, auf dem Wallgange, einen Weg zu jenem Behuf laſſen, oder aber denſelben vermittelſt einer gewölbten Poterne unter ihnen hindurch führen kann. In der Kehle des Bollwerks würde der Kavalier L. Fig. 139. mit dem Abſchnitte verbunden, einen Theil deſſelben ausmachen, wie dies der Fall bei Candia war. Wären bombenfeſte Kaſernen, nach Bousmards Vorſchlage, zu letzterem beſtimmt: darf man nur ihren oberen Theil auswärts mit einer guten Erdbruſtwehr verſehen und ihn mit Geſchütz beſetzen, um die feindlichen Laufgräben beſchießen zu können. Daß der Kavalier in dieſem Falle nicht die Form eines gewöhnlichen Feſtungswerkes hat, würde ihm vielmehr als ein Vortheil anzurechnen ſeyn, weil man dadurch Gelegenheit bekommt: die Capitale, auf welcher die Sappen herum laufen, mit 3 oder 4 Geſchützen zu beſchießen. Die alten Kriegsbaumeiſter pflegten ihren Katzen eine viereckige oder halbrunde Form zu geben, wo die Seiten zugleich als eine ſchräge Flanke zu Beſtreichung der Bollwerksfaçen dienten. Man findet ſie in dieſer Geſtalt bei Tartalea, Marchi u. a. auf der Mitte der Kurtine, und auch Virgin (La defense des places, mise en Equilibre avec l'attaque furieuse d'anjourdhui) hat ſie in ſeine Befeſtigungsſyſteme aufgenommen, um vermittelſt ihrer die Außenwerke von allen Seiten mit einem Flanken- und Rückenfeuer zu überſchütten. Sie haben bei ihm bald fünf, bald ſechs Seiten, von denen immer eine gegen das Feld gekehrt iſt.

Kehle (gorge), die hintere Oeffnung der Feſtungswerke von einer Flanke zur andern. FH. Fig. 153. Tab. XIII. Ihre Größe wird durch die Oeffnung des ausſpringenden Winkes und durch die Stellung der Flanken beſtimmt. Bei der Conſtruction der baſtionirten Syſteme wird jedoch durch die halbe Kehle die Fortſetzung der Kurtine GF angedeutet, wo daher $\angle GF > FU$.

Es iſt aber $GF = Gf - GF = g = \frac{\text{I Sin. (A—B)}}{\text{Sin. B}} - c$;

denn im Dreieck AFG iſt Sin. AFG : AG = Sin. GAf : Gf

wo der Winkel AfG = B; GAf = A — B; l = AG und c = Ff heißt. Da aber $l = \frac{b. Sin. B}{Sin. A}$, ist auch $g = \frac{b. Sin (A-B)}{Sin. A} - c$, oder $= \frac{b. Sin. (A-B)}{Sin. A} + a - 2b$, Cos. B, auch $g = a - \frac{b. Sin. (A+B)}{Sin. A} = a - \frac{l Sin. (A+B)}{Sin. B}$; wo die äußere Polygon durch a und die Streichlinie durch b ausgedrückt wird. Setzt man A — B = 41° 34'; A = 60°; B = 18° 26'; a = 180 Toiſ.; b = 135 Toiſ. nach Vaubans erſter Manier: ſo bekommt man

Log. 2 b = 2. 4313638
Log. Cos. B = 9. 9771253

Log. 2 b. Cos. B = 12. 4084891. Davon iſt die Zahl 256,1.
Ferner iſt Log. b = 2. 1303338
Log. Sin. A — B = 9. 8218351

11. 9521698
Log. Sin. A = 9. 9375306

2. 0146383. Davon die Zahl 103,4
Hierzu 180.

283,4

Es iſt aber 283,4 — 256,1 = 27,3 Toiſ. S. oben Artikel Bollwerk; 1 Thl. S. 157.

Obgleich die Oeffnung der Kehle des Bollwerkes durch die Größe des Bollwerkswinkels und durch die Stellung und Länge der Flanken beſtimmt wird, haben doch mehrere die letzteren von jener abhängig gemacht, und nun bald einer weiteren, bald einer engeren Kehle den Vorzug gegeben. In ſofern die letztere noch eben den nöthigen Raum gewährt, um die Vertheidigung der zurückgezogenen Flanken nicht zu hindern — wenn die Feſtung derſelben hat — ſo daß die beiden Wallgänge in einiger Entfernung von einander bleiben, iſt eine ſchmale Kehle nach Teyler, Durange, Lieftink u. a. ſchon deshalb vorzuziehen, weil ſie den inneren Raum des Bollwerkes verkleinert und dadurch den feindlichen Projectilen ein ſchwer zu treffendes Ziel darbietet. Die Abſchnitte bekommen zugleich eine geringere Länge, und ſind daher während der Belagerung leichter und ſchneller zu vollenden, als bei ſehr weiten Bollwerken. Nur wenn die letzteren voll gehauet werden (wie es eigentlich nie geſchehen ſollte) gewährt eine weite Kehle den Vortheil: daß in dem inneren Raume des Bollwerkes Traverſen und andere Sicherheitsanſtalten gegen die feindlichen Bomben und Steinwürfe gemacht werden können, ohne daß es dem Geſchütz und den Vertheidi-

gern hinderlich wird, wie es in einem zu kleinen Bollwerke nothwendig der Fall seyn müßte.

Die Kehlen der Außenwerke, der Raveline, oder halben Monde, der Lünetten ꝛc. werden entweder durch Zusammenziehen der Linien des äußeren Grabenrandes beschrieben, wie bei Vauban, Busca und Cohorn, Fig. 2. Tab. I. wo man in Wassergräben am Kehlpunkte einen Hafen anbringt für die zur Gemeinschaft mit den äußeren Werken dienenden Fahrzeuge; oder man zieht nach Cormontaigne zwei Linien aus den Bollwerksspitzen auf die hintere Böschung des Wallganges der Raveline, Façen oder Flanken. Dadurch wird der hintere Raum abgeschnitten, der den Schüssen der feindlichen Batterien und Logementer vor den Bastionen ausgesetzt ist; die in der Kehle liegende Treppe oder Auffahrt kann von ihnen nicht mehr getroffen werden.

Wenn die Außenwerke in einem trocknen Graben liegen, wie die Raveline, die Grabenscheeren ꝛc.: werden sie schon durch die hintere Futtermauer des Wallganges gesichert, daß der Feind sie nicht umgehen und von hinten nehmen kann. Man bedient sich zu dem Ende anstatt der Auffahrten hölzerner Zugbrücken; oder man läßt die Treppen nur bis auf 6 Fuß von der Grabensohle hinunter gehen, und ersetzt den übrigen Theil durch eine hölzerne Treppe, die sich des Nachts, oder bei einem feindlichen Angriff hinaufziehen läßt. Die Auffahrt oder Treppe wird auch wohl mit einer schwachen Mauer mit Schießlöchern verschlossen, in der eine Thüre ist, und die leicht von dem Hauptwalle eingeschossen werden kann, wenn der Feind sich des Werkes bemeistert hat. In diesem Falle scheint es vortheilhafter: dem Aussenwerke hinten eine sehr flache Böschung zu geben, um das von dem Feinde eroberte Werk, nach eingeschossener Rückenmauer, ohne Schwierigkeit stürmen zu können. Man gewinnt nächst diesem, schon an sich wichtigen Vortheile, noch an den Baukosten der Mauerverkleidung, die dadurch in der Kehle der Aussenwerke ganz erspart wird; denn die eben erwähnte Einschliessungsmauer darf blos von einfachen Ziegeln aufgeführt werden.

Die letztere dient auch zu Verschließung der Kehle solcher detaschirten Werke, denen man wegen ihrer Lage nahe am Glacis, hinten keinen Graben geben darf, um dem Feinde hier nicht einen fertigen Laufgraben zu bereiten. Man giebt ihr an größeren Vorwerken bisweilen die Form einer bastionirten Fronte, Fig. 163. Tab. XIII; wie man es noch an dem Hornwerk Cornichon zu Landau findet, und wie das Kronwerk zu Namur eingerichtet war. Weil jedoch diese schwache Mauer schon eines Theiles durch die Rikoschetbatterien des Belagerers zerstört wird, andern Theiles auch diesem nach Eroberung des Außenwerkes Schutz gegen das Flintenfeuer der Besatzung gewährt: ist auch wohl der gegen die Festung gewandte Theil der Mauer ganz

Digitized by Google

weggelassen, und blos der die Auffahrt oder Treppe bestreichende C E und D F beibehalten worden. Wenn in diesem Falle der innere Raum des Außenwerkes nicht wenigstens 6 Fuß über das Feld erhoben ist, muß die fehlende Mauer A C und D B nothwendig durch einen Graben von hinreichender Tiefe, oder wenigstens durch Pallisaden, ersetzt werden.

Bei weiter vor liegenden einzelnen Werken, deren Kehle schon durch einen Graben verschlossen ist, hat man krenelirte Gallerien bald unter den innern, bald unter den äußern Rand dieses Grabens gelegt, auch sie in dem letzteren Falle noch mit kleinen Kasematten, für ein oder zwei Geschütze eingerichtet, verbunden. A. B. C. Fig. 162. Tab. XIII. Weil sie jedoch hier von den feindlichenn Batterien auf den ausspringenden Winkeln leicht eingeschossen werden: hat man die Gallerien unter letzteren selbst angebracht H. L. Fig. 164, wo sie von dem Belagerer nicht anders zerstört werden können, als durch Minen. (S. Gallerien.) So sind alle seit etwa 15 Jahren an den französischen Festungen angebrachten Vorwerke eingerichtet, wie z. B. zu Metz, Besançon und Perpignan. Vorzüglicher sind jedoch unbezweifelt runde Thürme zu Vertheidigung der Kehle, deren obere Kasematten den ganzen innern Raum des Werkes bestreichen, während die unteren jene Bestimmung zu erfüllen dienen.

Keilhaue (pic à roc) ist vorn zugespitzt und verstählet, um in hartem Kiesboden und Steinen zu arbeiten. Die Minirer haben dies Werkzeug mit dem Sappirer gemein.

Keilspitzen (tracer) heißt eine abgesteckte Befestigungslinie längs der Absteckline mit einer Erdhaue auf dem Erdboden bezeichnen.

Kessel (batterie à mortier) gehören in Hinsicht ihres Baues blos in das Fach des Artilleristen, und sind daher auch Artik. Batterien in dem Wbrterb. der Artillerie ausführlich beschrieben. In sofern ihre Lage auf den Angriff und die Vertheidigung der Festungen Einfluß hat, wird weiter unten (Artik. Mörser) davon geredet werden.

Kitt, um das Mauerwerk wasserdicht zu verbinden, ist schon oben (Artik. Kasematten) mit angeführt worden. Ein anderer, zu dem Zusammensetzen zerbrochener Steine dienender Kitt besteht aus

¾ Harz,

¼ Schwefel und Wachs, zusammen geschmolzen,

und von dem klargestoßenen Steine derselben Art, wie zusammengekittet werden soll, bis zu einer breiartigen Masse dazu ge-

mischt. Der zu kittende Stein muß jedoch bei der Anwendung mit Holzkohlen oder vermittelst eines glühenden Eisens heiß gemacht werden. Eine andere Zusammensetzung dieses Kitts ist: 24 Theile griechisch Pech, 2 Therebentin, 1 Mastix, 1 Schwefel, 3 gelb Wachs und so viel Ziegelmehl, als zu der Verdickung der Masse nöthig ist, die man klar zerstoßen über dem Feuer zergehen läßt, und nachher heiß verbraucht.

Kleeblatt Minen s. Minen.

Kleines Gewehr wird bei der Vertheidigung der Festungen dann angewendet, wenn die große Nähe des Feindes kein Frontalfeuer mit dem Geschütz mehr erlaubt; oder wenn alles Geschütz der Festung demontirt und daher die Besatzung auf das kleine Gewehr beschränkt ist. Bei der, an sich geringen Wirkung des letzteren sollte dies nie der Fall seyn, und dennoch tritt er durch einen verständigen Gebrauch der Belagerungsartillerie gewöhnlich sehr bald ein, weil die bisherige zwecklose Einrichtung der Werke das Festungsgeschütz weder gegen die Rikoschetkugeln noch gegen die Projectilen sichert. Die vorliegenden Werke außerhalb des bedeckten Weges werden gewöhnlich mit offenbarer Gewalt angegriffen und mit Sturm genommen; sie gehören daher in die Kategorie der Feldschanzen, bei deren Vertheidigung das kleine Gewehr keine unbedeutende Rolle spielt. Die Hauptbedingungen bei seinem Gebrauche sind hier: 1) daß es in Verbindung mit dem Geschütz thätig seyn kann, und selbst dann noch wirksam ist, wenn jenes es zu seyn aufhört. 2) Daß es auf dem ganzen Umfange des Werkes statt findet, und alle Theile desselben bestreicht. 3) Daß es lebhaft und genugsam unterhalten ist, um das Anrücken des Feindes zu hindern.

In den Haupt- und Außenwerken, selbst in dem bedeckten Wege, wird der Gebrauch des kleinen Gewehres zwar von allen Schriftstellern empfohlen, die seit Vaubans Zeiten den Angriff und die Vertheidigung der Festungen abhandeln; eine fortschreitende Kriegskunst sollte ihn aber billig beschränken, da er nichts als eine zwecklose Pulververschwendung ist, wie die Erfahrung aller Belagerungen zur Genüge beweist. Man sollte sich begnügen: gute Schützen mit gezogenen Gewehren in dem bedeckten Wege anzustellen, die, hinter die Traversen der angegriffenen Fronte vertheilt, gegen die feindlichen Sappen feuern, des Nachts aber durch leichte Drei- oder Sechspfünder abgelöst werden. Man erhält, auf diese Weise, mit einer bedeutenden Pulverersparniß, ein weit wirksameres Feuer gegen die feindlichen Belagerungsarbeiten, und hält ihre Fortschritte besser auf, als durch das leere Geplatze der in dem bedeckten Wege aufgestellten Infanterie, die hier der ganzen Wirkung des feindlichen

Geschützes blosgestellt ist. Bousmard berechnet die für das Flintenfeuer nöthige Pulvermenge bei seinem als Beispiel angenommenen Sechseck auf 54000 Pfund. Man könnte nach dem hier gemachten Vorschlage füglich $\frac{2}{3}$ desselben sparen, und mit größerem Vortheil zu dem vorerwähnten Kartetschenfeuer anwenden. (S. Vertheidigung.)

Der Hauptgebrauch des kleinen Gewehres würde demnach sich vorzüglich auf die Ausfälle, und auf die unmittelbare Vertheidigung des bedeckten Weges gegen den gewaltsamen Angriff, so wie der Breschen gegen den Sturm, beschränken. Ist nämlich der bedeckte Weg mit einer doppelten Pallisadirung versehen, hinter der die Besatzung in 2 Gliedern aufgestellt wird, und von wo sie sich hinter die Traversen ziehen kann, wenn sie zu sehr von dem Feinde gedrängt würde: kann letzterer seinen Entzweck, die Eroberung des bedeckten Weges, gewiß nur schwer und mit bedeutendem Verlust erreichen.

Mit dem Rückzuge der Besatzung aus den vorspringenden Winkeln des bedeckten Weges hört jedoch die Vertheidigung desselben durch das kleine Gewehr noch nicht auf. Ein lebhaftes Feuer mit demselben aus den Reduits der Waffenplätze, und von den Wällen wird dem Feinde das Couronnement sehr erschweren und ihn hindern, mit der flüchtigen Sappe vorzugehen.

Wählt der Belagerer den langsameren Weg: die Besatzung des bedeckten Weges durch die Laufgrabenkatzen zu vertreiben, und sich seiner durch die Sappe zu bemächtigen: müssen einige gute Schützen, durch Schanzkörbe und Sandsäcke bedeckt, in den vorspringenden Winkeln bleiben, um mit gezogenen Gewehren auf die Spitze der Sappe zu schießen. Der feindliche Sappirer wird dadurch gar sehr in seiner Arbeit gehindert, weil er gezwungen ist: sich unausgesetzt hinter dem gefüllten Schanzkorb zu verbergen.

Bei Vertheidigung der Bresche hat das kleine Gewehr eine wichtige Rolle, weil es nicht nur die stürmende Kolonne von vorn, sondern auch von den, der Bresche zur Seite liegenden Werken, in der Flanke beschießt. Dieses letztere Feuer leistet hier deshalb mehr Wirkung, weil die auf der Bresche selbst stehenden Vertheidiger blos mit dem Bajonet oder anderem Stoßgewehr fechten können, weil sie bei der Nähe des Feindes nicht Zeit haben, wieder zu laden. Hätte man eiserne spanische Reiter, um in dem Augenblicke des Sturmes die Bresche oben damit zu verschließen, könnten die Vertheidiger 3 bis 4 Schritt hinter ihnen stehend, auf die stürmenden Feinde feuern. S. Vertheidigung und Sturm.

Der Belagerer kann sich des kleinen Gewehres nur zu Vertheidigung der Parallelen gegen die Ausfälle, und auf den Tranchéekatzen bedienen, um den Feind aus dem bedeckten

Wege zu vertreiben; oder endlich bei dem gewaltsamen Angriff auf letztern. Schon aus der Einrichtung der Parallelen geht hervor: daß sie für sich allein nicht vermögend sind, Widerstand zu leisten, wenn sie nicht durch Geschütz — das sie der Länge nach bestreicht — und durch offensive Flankenbewegungen der Truppen gegen den Feind, unterstützt werden.

Kleiner Winkel (Angle diminué), oder abnehmender Winkel ABF. Fig. 134. Tab. XII., weil er der kleinste Winkel jeder Polygon ist, oder auch weil er abnimmt, so wie der Vollwerkswinkel wächst. Der Construction nach ist der kleine Winkel B die Erfüllung des Vollwerkswinkels zu dem halben Polygonwinkel A, und muß im Verhältniß der Zahl der Polygonseiten wachsen. Denn da die halbe Kehle $= a - b \frac{\text{Sin. } (A+B)}{\text{Sin. } A}$; wird sie am kleinsten, wenn A+B = 90°, folglich muß diese Summe allezeit entweder größer oder kleiner als 90° seyn. Nun ist A im Sechseck = 60°, und B muß kleiner oder größer als 30° werden. Ist er aber zu klein, wird dadurch die von ihm abhängende Capitale kürzer und der innere Raum des Vollwerkes zu enge. 20 bis 21 Gr. scheint im Sechseck für den kleinen Winkel am angemessensten seyn.

Im Siebeneck ist A = 64° 17′, und der kleine Winkel muß kleiner als 25° 43′ seyn. Wollte man ihn, wie im Sechseck 21° machen: würde hier die Capitale zu kurz, weil sie sich wie der Sinus von B, oder umgekehrt wie der Sinus von A verhält. Da nun der letztere mit der Zahl der Polygonseiten wächst, muß man (nach Hennert) auch den kleinen Winkel in demselben Verhältniß vergrößern, und ihn hier 22° machen. Im Achteck würde er alsdann 22° 30′, oder auch 24° 30′ werden; im Neuneck aber 23°.

Kniehöhe der Schießscharten (la génouillère) hängt von der Höhe der Laffeten der Festungsgeschütze ab. Montalemberts Laffeten erlauben keine größere Kniehöhe, als 2 Fuß 2 Zoll; wovon in den Kasematten 1 Fuß 6 Zoll gemauert sind, die Sohle der Schießscharten selbst aber durch 8 Zoll hohe Balkenstücken gebildet wird. Griebeauvals Wallaffeten hingegen erheben das Kanonenrohr bis auf 5 Fuß über den Wallgang, und haben daher auch eben so viel Kniehöhe. Gewöhnlich setzt man die letztere in den Belagerungsbatterien auf 3 bis 4 Fuß, je nachdem die Kanonen mehr oder weniger hohe Räder haben.

Korb s. Erdkorb.

Korbhagel s. Steinkörbe.

Kostenanschlag zu dem Bau der Festungswerke beruhet auf einer vorhergehenden genauen Berechnung des Inhaltes der aus den Gräben zu hebenden Erde, die zu den Wällen und Brustwehren aufgeschüttet werden soll; so wie alles Mauerwerkes, das als Futtermauern oder Kasematten eines Theiles die Stelle der Erde vertritt, andern Theiles aber als Militairgebäude für sich allein aufgeführt wird. Nachdem diese Berechnung geschehen (s. Erdbau) kann man im Verhältniß der Kosten für 1 Schachtruthe Erdbau oder Mauerwerk auch den Betrag des Ganzen finden. Doch läßt sich wegen der in jeder Provinz so sehr verschiedenen Preise nichts Allgemeines bestimmen, sondern nur die Form der Bauanschläge angeben.

Jedem Anschlage zu dem Bau eines Festungswerkes muß eine genaue Beschreibung desselben vorhergehen, worinnen die Beschaffenheit des Grundes aufgeführt ist: die Maaße, sowohl nach der Länge als im Profil, des Walles, der Brustwehren und der Futtermauern, die Beschaffenheit der Verkleidung, ob sie aus Rasen oder Plackwerk besteht; ob Minengänge oder andere Kasematten unter dem Walle angelegt werden sollen, und die Dimensionen derselben; endlich die Beschaffenheit des bedeckten Weges, mit den darinnen befindlichen Traversen, Pallisaden und Gatterthoren. Zugleich wird angezeigt: was für Militairgebäude zu dem veranschlagten Festungswerke gehören, nach ihrer Länge, Breite und Höhe, nebst der Stärke ihrer Mauern. Mit dieser Beschreibung wird allezeit ein Riß des Baues mit den nöthigen Profilen verbunden, nach einem hinreichend großen Maaßstabe (s. dies Wort) gezeichnet.

Der Anschlag selbst zerfällt nach seinen Unterabtheilungen in 1) Erdarbeit, 2) Grundbau, 3) Mauerwerk, 4) Wallsetzer- oder Plackarbeit, 5) gehauenes und glatt bearbeitetes Steinwerk, 6) Minengänge, 7) die Brücken und Gatterthore, 8) an Schanzzeug, Karren, Erdrammen ꝛc. Der Erdbau und bisweilen auch das Mauerwerk wird nach Schachtruthen — zu 144 Fuß — letzteres bisweilen auch nach Kubikklaftern zu 216 Fuß; die Wallsetzerarbeit nach Quadratruthen, die Minengänge aller Art nach laufenden Ruthen, großes Steinwerk nach Würfelfuß, die Cordonsteine aber nach laufenden Fußen, in Anschlag gebracht. Die Arbeiten der Tischler, Schmiede und Schlosser aber müssen einzeln angezeigt werden. Es ist dabei zugleich auf die in jedem Staate bestehende Taxen und Vorschriften Rücksicht zu nehmen, daß man den Handwerken nicht mehr zugesteht, als diese erlauben. Da zugleich bei der Erdarbeit hauptsächlich die Weite in Anschlag gebracht werden muß, auf welche die Erde gebracht wird, und man den Auffahrten und Laufbrücken die zwölffache

Digitized by Google

bis sechzehnfache Höhe zur Länge giebt; so würde man im Verhältniß dieser Abdachung bei Bestimmung der Bezahlung die horizontale Entfernung dreifach oder doppelt rechnen müssen. Würde demnach für die Schachtruthe gewöhnliche Erde 100 Schritt oder 20 Ruthen weit auf gleichem Boden zu fahren 8 Gr. bezahlt, käme im erstern Falle der Transport auf eine Höhe von 20 Fuß 1 Thlr. zu stehen. Man weiß zugleich aus Erfahrung: daß 2 Arbeiter einen Schubkarren voll laden, während ein dritter Arbeiter mit dem vollen Karren 8 Ruthen hin und eben so viel mit dem leeren zurück fährt. Zwei andere Arbeiter sind nöthig: die aufgeschüttete Erde zu ebnen und festzustampfen. Folglich erfordert eine Schachtruthe Erde 4 Mann; ohne die Schubkärner, deren Anzahl durch die Entfernung und durch die Tiefe des Grabens bestimmt wird.

1) Bei dem Erdbau selbst wird angezeigt:

a) der Betrag des Ausschachtens der Erde aus dem Graben, und das Aufführen derselben zu dem Walle, den Brustwehren und dem Glacis. Man rechnet 1 Schachtruthe blos auszuwerfen: 6 Gr., und sie auf 1000 Schritt zu fahren, 12 Gr.

b) Das Aufräumen der Erde für die Grundmauern sowohl, als für die Futtermauern an dem innern und äußern Grabenrande.

c) Das Ausfüllen der leeren Räume hinter den Futtermauern mit Erde.

d) Das Aufräumen zu den Grundmauern der Pulvermagazine, Kasernen u. dgl.

e) Das Aufführen der Erde auf die bombenfesten Gebäude.

2) Für den Grundbau ist anzuzeigen:

das Bedürfniß auf eine laufende Ruthe Pfahlrost

a) an Stammholz zu Pfählen;

b) desgl. zu Holmen.

c) Das Arbeitslohn, die Pfähle zu spitzen, einzurammen, die Holme zu behauen, aufzubringen, und die Unterhaltung der Rammen.

Hieraus findet man durch die ganze Länge der Futtermauern an der Escarpe und Contrescarpe das erforderliche Holz und den Betrag des Arbeitslohnes.

Die Länge und Beschaffenheit der Rostpfähle sowohl, als der Holme, durch welche ihr Ankaufspreis bestimmt wird, hängt alsdann von dem mehr oder weniger guten Grunde und von den Holzgattungen ab, die in der Nähe des Bauplatzes zu bekommen sind. (S. Pfahlröste.)

3) Bei dem Mauerwerk wird die Fundament- oder Grundmauer und die eigentliche Futtermauer, sowohl an der Escarpe, als Contrescarpe, und hinter dem Wallgange oder in

Digitized by Google

der Kehle besonders berechnet; jedoch werden immer Materialien und Arbeitslohn zusammengezogen. Alsdann werden die Durchgänge (Poternen), Wachhäuser, Pulverwagazine, jedes für sich besonders aufgeführt; desgleichen das Pflaster nach Quadratruthen. Zu den Grundmauern werden oft rohe Feldsteine oder Kalksteine, zu dem übrigen Mauerwerk aber theils Bruchsteine (oder Grund- und Werkstücke), theils Mauerziegel angewendet. Die Kalksteine werden zu dem Mauerwerke im Brandenburgischen in Prahmen zu 300 Würfelfuß verkauft, und sind daher in Haufen

10	Fuß	lang,	10	Fuß	breit,	3	Fuß	hoch,
15	—	—	10	—	—	2	—	—
20	—	—	5	—	—	3	—	—
25	—	—	6	—	—	2	—	—
30	—	—	5	—	—	2	—	—

gesetzt. Man kann jedoch mit einem Prahm Steinen nur $1\frac{1}{4}$ Schachtruthe, oder genauer: 200 Würfelfuß Mauer aufführen.

Die unregelmäßigen Feldsteine werden am gewöhnlichsten zu dem Pflastern verbraucht, und nach Schachtruthen berechnet. Zu 1 Schachtruthe Mauer sind ohngefähr $\frac{1}{4}$ Schachtruthen Steine, und zu 1 Quadratruthe Steinpflaster 96 Würfelfuß Steine nöthig. Ein zweispänniger Wagen fährt etwa 8 Würfelfuß Feldsteine, jeden zu 165 Pfund gerechnet. Bei starken Pferden und Lohnfuhren würden jedoch füglich 12 bis 13 Würfelfuß Steine fortzubringen seyn.

Bei dem Anschlage auf rohe Werkstücken ist auf die Bearbeitung jeder rauhen Fläche derselben 1 Zoll Abgang, und dann zu 1200 Würfelfuß Mauer 1120 Würfelfuß glatt gehauener Steine zu rechnen.

Die Mauerziegel werden zwar gewöhnlich zu 12 Zoll lang, 6 Zoll breit und 3 Zoll hoch angenommen; allein, man findet sie selten von diesem Maaße. In den Königl. Preußischen Staaten sind folgende Maaße durch eine Verordnung von 1793 festgesetzt:

Mauersteine,	lang	$11\frac{1}{2}$	Zoll;	breit	$5\frac{1}{2}$	Zoll;	hoch	$2\frac{1}{2}$ Z.
Desgl. kleine,	—	$9\frac{1}{2}$	"	—	$4\frac{1}{2}$	"	—	$2\frac{1}{8}$ "
Dachsteine,	—	15	"	—	6	"	—	$\frac{1}{2}$ "
Hohlkehlen,	—	15	"	—	$6\frac{1}{4}$	"	—	$\frac{3}{4}$ "
Pflastersteine	—	8	"	—	8	"	—	2 "
keilförmige Brunnenst.	—	$10\frac{1}{2}$	"	—	6 / 4	"	—	4 "

Eine Schachtruthe Mauer erfordert 1200 bis 1300 großer, oder 2000 kleiner Ziegel.

Eine Quadratruthe hölzerner Wand mit $\frac{1}{2}$ Ziegel auszusetzen, erfordert 612 großer, oder 825 kleiner Ziegel.

Digitized by Google

Eine Quadratruthe Pflaster auf der hohen Kante: 600 grosser oder 825 kleiner Ziegel; werden sie breit gelegt, sind nur 300 große oder 450 kleine nöthig. Der Bedarf an Kalk und Sand zu dem verschiedenen Mauerwerk ist schon oben (Artikel Kalk) angezeigt worden. Belidor (Science des Ingénieurs) rechnet bei Mauern von gehauenen Steinen und Ziegeln $\frac{1}{6}$, bei bloßen Ziegeln aber $\frac{1}{4}$ des Inhalts, Mörtel.

4) Die Arbeit des Wallsetzers besteht in der Rasenbekleidung der Brustwehr und der Auftritte — wenn die letzteren nicht mit Steinen aufgemauert werden — nach Quadrat- oder auch nach laufenden Ruthen. Sollte anstatt des Rasens die innere und äußere Böschung aufgeplackt werden: ist die Berechnung des Arbeitslohnes dieselbe. Man kann annehmen: daß 1 Wallmeister und 5 Gehülfen täglich 2 Quadratruthen Plackwerk verfertigen, woraus sich denn die übrigen Bestimmungen ergeben.

5) Die Steinmetzarbeit gehört in gewisser Hinsicht mit zu dem Mauerwerk. Sie besteht

a) aus den Quadern zu den Ecken der Festungswerke, nach Würfelfuß, mit Einschluß des Brecherlohnes, der Fuhren und der Arbeit des Steinmetzen.

b) Den Quadern zu den Schußlöchern der Kanonen in den Kasematten; eben so

c) den Cordonsteinen zur Hauptmauer und zu den Mauern der Kehle: nach laufenden Fußen.

d) Einfassungssteine zu den Schußspalten der Gallerien für das kleine Gewehr; nach laufenden Fußen.

e) Steinerne Rinnen zu dem Abfließen des Regenwassers; eben so.

f) Die steinernen Stufen.

g) Alle zu den Militairgebäuden gehörigen Steinmetzarbeit an Stufen, Treppengeländern, Thür- und Fensterstöcken, Gesimssteinen ꝛc. nach laufenden Ruthen.

6) Die Haupt- und Uebergänge der Minen, nach Verschiedenheit des Locales, in der Erde zu treiben, oder von oben hinein zu arbeiten und alsdann auszumauern; nach laufenden Ruthen. Es werden zugleich die erforderlichen Materialien an Holz zu dem Absteifen, an Lehrbögen ꝛc. mit aufgeführt.

7) Das Brückenholz, so wie die Flügel und Gatterthore in den Durchgängen und im bedeckten Wege; endlich die Thüren und Fensterladen in den Pulvermagazinen und Wachthäusern. Die Zimmer-, Tischler-, und Schmiede- oder Schlösserarbeit wird hier besonders aufgeführt.

8) Das Bedürfniß an Karren, Schaufeln, Erdhauen und Minirkörben, so wie für das Arbeitslohn, für Aufseher und zu Unterhaltung des Schanzzeuges.

9) Die Bezahlung des Platzes zu den Festungswerken nach Ackern oder Morgen.

10) Endlich unter den Extraordinariis, die Besoldung des Rendanten, die Diäten, das Ausschöpfen des Wassers aus den Gräben, Botenlohne, Schreibmaterialien ꝛc.

Die besondern Militairgebäude, Kasernen, Magazine, Kommandantenwohnungen, Zeughäuser u. s. w., obschon sie zugleich mit den Festungswerken erbauet werden sollen, müssen dennoch im Bauanschlage für sich einzeln aufgeführt werden. Nach vorausgeschickter genauer Beschreibung des Gebäudes würde hier stehen:

1) Maurerarbeit: das Ausgraben des Fundamentes, die Aufführung der Grundmauern und der Widerlagen zu den Kellergewölben, nach Schachtruthen (à 1 Thlr. 20 Gr.)

Die Gewölbe der Keller, wo 1 Quadr. R. Kappengewölbe ohngefähr 4 Thlr. und 1 Quadr. R. Kreuzgewölbe 5 Thlr. Preuß. Cour. kostet.

Das Ausgraben der Erde aus dem Keller, nach Schachtruthen (à 6 Gr.).

Das Aufmauern des Kellerhalses und der Treppen von 6 Stufen (2 Thlr.).

Der Bewurf der Kellerwände und des Gewölbes; nach Quadratruthen (à 8 Gr.)

Die Umfassungs- und Scheidemauern des unteren Stockes in tüchtigem Verbande aufzuführen; nach Schachtr. (2 Thlr.)

Die Umfassungs- und Scheidemauern des zweiten Stockes, eben so (2 Thlr. 4 Gr.). Bei jedem höheren Stockwerk werden etwa 4 Gr. mehr gerechnet.

Die Dachgiebel aufzuführen, nach Schachtr. (2 Thlr. 8 Gr.)

Holzwände auszumauern, nach Quadratruthen (1 Thlr.).

Vorgelege und Kamine anzulegen, und Schornsteinmäntel in den Küchen zu wölben; wird einzeln berechnet (à 5 Thlr.) und in den unteren Stockwerken für jedes darüber stehende Stockwerk 2 Thlr. zugesetzt. Eben so viel beträgt das Hinaufführen des Schornsteins bis über ein einfaches Dach.

Die Feuerheerde in den Küchen zu mauern und unterwölben (1 bis 2 Thlr.).

Einen Ofen von Mauerziegeln zu setzen, mit dem zugehörigen Eisen (5 Thlr.).

Eine Ofennische, oben rund gewölbt, zu mauern (1 - 2 Thlr.).

Jede Quadratr. Ziegelpflaster, wenn zugleich die Fugen mit Kalk ausgegossen werden, auf der flachen Seite (16 Gr.), oder auf der hohen Seite (1 Thlr.).

Hierauf folgt das Eindecken des Daches, die Gesimse und das Abputzen der äußeren und inneren Wände.

Digitized by Google

Die Zimmerarbeit begreift das Stämmen und Zöpfen oder Vergleichen des Holzes, das Beschlagen desselben (6 bis 8 Gr. f. d. Stamm); die Verfertigung der hölzernen Treppen (à 1 Thlr. die Stufe); das Bedielen der Stubenböden nach Quadratfußen (à 3 = 3½ Thlr.).

Das Arbeitslohn der Lehmer geht auf die Fütterung von Lehm zwischen den Fußböden der Stockwerke.

Nachdem auf diese Art das Arbeitslohn des Tischlers, des Schlossers, Schmieds, Glasers, Töpfers, Klempners und Dachdeckers aufgeführt worden: geht man zu den Baumaterialien über. Sie stehen ebenfalls in folgender Ordnung;

a) Steine, als Bruchsteine und Ziegel.
b) Kalk.
c) Lehm.
d) Mauersand.
e) Rohr.
f) Drath.
g) Dachspließe.
h) Gyps.
i) Nägel; als Rohr-, Sechspfennig- und Bretnägel, auch Bodenspieker.
k) Holz, wo die Kosten des Schneidens und des Anfahrens besonders gerechnet werden müssen.

Obgleich sich in Hinsicht des wirklichen Aufwandes Nichts genau bestimmen läßt, mag doch zur Vergleichung die ohngefähre Berechnung der Baukosten nach St. Paul diesen Artikel beschließen. Er rechnet

die Baukosten			der geraden Flanke eines Bollwerkes	4500 Thlr.
=	—	—	derselben mit Orillons	8300 —
=	—	—	eines Abschnittes im Bollwerke	17500 —
=	—	—	eines Kavaliers nach Cormontaigne	12500 —
=	—	—	eines großen Ravelins	20000 —
=	—	—	einer Contregarde	30000 —
=	—	—	der Contrescarpe vor jedem Bollwerk oder Ravelin	6250 —
=	—	—	—— wenn sie nur halbe Futtermauern hat	3750 —
=	—	—	einer ganzen Fronte mit großen Ravelinen	112500 —
=	—	—	—— mit Contregarden	162500 —

Krenelirte Mauern, s. Kehle und Schießlöcher.

Krete, s. Kamm und Krone.

Kreuzgewölbe oder Versammlungsgewölbe der Minen (Carrefours oder Cases) befinden sich auf den Durchschnittspunkten der Gallerien, und dienen zu Versammlungsörtern der Minirer, zu Aufbewahrung der bei dem Treiben der Rameaur und Horchgänge nöthigen Geräthschaften ꝛc.; so wie zu den Orten; wo der eingedrungene feindliche Minirer von 2 oder 3 Seiten zugleich angegriffen werden kann. Sie befinden sich gewöhnlich auf den Stellen, wo bei Anlegung der Defensivminen die Schächte herein gesenkt werden, und können entweder a) als Tonnengewölbe, b) als gedrücktes Gewölbe, oder c) als Dom gemauert werden. Bei den beiden ersterey Arten liegt der innere Kreis des Gewölbes nicht höher, als die Decke der Gallerien; bei der letzteren Art hingegen erhebt er sich über sie.

a) Soll nun bei 6 Fuß hohen und 8 Fuß breiten Gallerien, die einander in H rechtwinklich durchschneiden, ein viereckiges Versammlungsgewölbe aufgeführt werden, Fig. 155. Tab. XIV., dürfen auch die Widerlagen bei E nicht über 34 Zoll Höhe bekommen, weil der Radius des Gewölbes 3 Fuß ist. Das Gewölbe der Gallerien C und D wird bis an den Eingang des Gewölbes, das der beiden andern Gallerien A, B aber nur bis dd geführt, wo sich die Widerlagen EE anfangen. Man setzt nun den Lehrbogen auf die letztern, und verbindet ihn durch aufgenagelte, an ihren Enden etwas abgestoßene Latten (damit sie hier keine Erhöhung machen), mit den Lehrbögen der Gallerien A und B.

Der Lehrbogen des Versammlungsgewölbes kann zu besserer Beweglichkeit aus 4 einzelnen Lehrbögen bestehen, deren jeder auf seiner besondern Unterlage ruhet, um sie auch leicht und bequem einzeln hinwegnehmen zu können, so wie sie nach und nach überwölbt sind.

Endiget sich der Minengang D in dem Versammlungsgewölbe, ohne weiter nach C fort zu gehen; geschiehet das Wölben eben wie vorher, nur daß die Widerlagen bei ff zusammengezogen werden, damit hier keine Oeffnung bleibt. Sie bekommen deshalb die Höhe des Gewölbes.

Durchschneiden sich zwei Gallerien unter einem schiefen Winkel: kann das Gewölbe H Fig. 156. Tab. XIV. dennoch viereckig werden, wenn man die Widerlagen E in der hier bezeichneten Form 34 Zoll hoch aufführt. Um hier die Gewölbe der Gänge C und D zu vollenden, muß man entweder schräge Lehrbögen für die Theile a b c und e d f verfertigen; oder besser, man läßt die geraden Lehrbögen um den Theil a c und d f bei b und e überstehen, und wölbt nur über diesen Theil.

b) Weil die Tonnengewölbe den Fehler haben, daß ein gewöhnlicher Mensch nur in der Mitte aufrecht stehen kann, so-

Digitized by Google

bald ihre Decke nicht höher, als die der anstoßenden Minengänge seyn soll: bedient man sich öfterer der gedrückten oder elliptischen Bögen, deren Widerlagen höher aufgemauert werden können, ohne daß sie deshalb eine größere Höhe bekommen. Auch da, wo zwei Minengänge unter irgend einem Winkel zusammenstoßen, ohne sich zu durchschneiden, ist das gedrückte Gewölbe mit Nutzen anzuwenden. Um es zu construiren, muß man eine halbe Ellipse haben, deren große Axe DF der Diagonale gleich, dere halbe kleine Axe EG aber der Radius des Gewölbes. Man trägt zu dem Ende die Breite der beiden Minengänge A und B auf ein glattes Bret, beschreibt mit $\frac{1}{2}$ CD. Fig. 157. Tab. XIV. den Halbkreis CED, der durch Perpendicularen in eine willkührliche Anzahl gleicher Theile 1 a. 2 b. ꝛc. getheilt wird. Aus den Punkten, wo diese Perpendicularen die Diagonale DF treffen oder durchschneiden, werden andere senkrechte Linien auf sie gezogen, q. 15 = 1. a; r. 14 = 2. b: s. 13 = 3. c; t. 12 = 4. d ꝛc., so daß jede dieser senkrechten Linien ihrer entsprechenden Ordinate des Durchmessers CD gleich wird. Endlich zieht man durch die Punkte 15, 14, 13, 12, 11, 10 ꝛc. die verlangte Ellipse FHD, die man ausschneidet, in der Richtung DF senkrecht auf die Widerlagen setzt, und sie durch Latten mit den auf CD und DG stehenden Kreisbögen verbindet, um den zugehörigen Lehnbogen für das Versammlungsgewölbe zu bekommen, welches auch immer der Vereinigungswinkel zweier Minengänge seyn mag.

Wenn die Minengänge sich rechtwinklich durchschneiden, und man hier ein Versammlungsgewölbe von 36 Quadratfuß anlegen will: werden die Widerlagen eben wie Fig. 155. EE $4\frac{1}{2}$ Fuß hoch aufgeführt, und die Gewölbe der Gänge C und D bei ihrem Ausgange, die der Gänge A und B aber bei dd geendiget, um Raum für das elliptische Gewölbe H zu behalten. Der Lehnbogen wird hier 6 Fuß lang und 18 Zoll hoch auf die eben beschriebene Weise gemacht, und alsdann durch aufgenagelte Latten mit den Lehnbögen der anstoßenden Gallerien A und B verbunden. Sollten die Minengänge sich in schiefer Richtung durchschneiden: wird in allem auf die vorher bei den Tonnengewölben beschriebene Weise verfahren.

c) Stoßen mehrere Gallerien unter verschiedenen Richtungswinkeln zusammen: wird der Versammlungspunkt zu Vermeidung der, außerdem sehr schwierigen Einrichtung der Lehrbögen als eine Kuppel zugewölbt. Zu dem Lehrbogen wird hier in der Mitte des Gewölbes ein achteckiger Baum A. Fig. 158. aufgerichtet, 9 Fuß hoch und 12 Zoll stark, der unten auf einem Bretstück B steht, und dessen oberes Ende abgerundet ist. Auf jeder seiner 8 Seiten ist ein Rähmenholz CD horizontal eingezapft, dessen Enden bei D auf den Ständern DE ruhen. In

die Enden der Hölzer CD sind die aus kienenen Brettern geschnittenen Bögen DF eingelassen, 2 Zoll dick und 7 Zoll breit, die am oberen Theile des senkrechten Baumes zusammen kommen, und auf ihrer äußeren Fläche Einschnitte für die Reifen haben, um die Reifstücken, 5 Zoll breit und 6 Zoll von einander darauf befestigen zu können, g. Wenn dieser Lehrbogen zusammengesetzt ist, verbindet man ihn durch übergenagelte Latten mit den Lehrbögen der hier zusammenlaufenden Minengänge.

Wenn der Dom übermauert ist, werden zuerst die Ständer DE hinweg genommen; hierauf wird das Bret B herausgezogen, wodurch alle Theile des Lehrbogens locker werden, daß man sie ohne Schwierigkeit nach einander herausnehmen kann. Diese Art von Gewölbebau hat nur den einzigen Nachtheil: daß der obere Theil gewöhnlich über die Decke der Gallerien empor steht, und deshalb nicht allezeit 8 bis 9 Fuß Erde über sich haben kann, wenn man die Kuppel halbkreisförmig macht, wozu eine Tiefe von 19 bis 20 Fuß erfordert wird. Kann man demnach mit der Sohle der Minengänge nicht tiefer, als 16 bis 17 Fuß gehen; muß man die Decke der Kuppel mit einem gedrückten Bogen wölben.

Kann nun z. B. die Sohle des Domes nur 16 Fuß unter dem Horizont liegen, von dem man 1 Fuß für die Dicke des Gewölbes und 8 Fuß für die Höhe der darüber liegenden Erde abziehen muß, um die Höhe des Domes (= 7 Fuß) zu bekommen. Hiervon gehen $4\frac{1}{2}$ Fuß auf die Höhe der Widerlagen ab, und folglich bleiben $2\frac{1}{2}$ Fuß auf den Bogen.

Auf die gegebene Weite des Domes AB errichtet man in der Mitte die Senkrechte CD = der eben angegebenen Höhe von $2\frac{1}{2}$ Fuß. Da nun die Entfernung der beiden Brennpunkte der Ellipse von einander = der doppelten Wurzel des Quadrats von AC, minus dem Quadrat von CD ist, so hat man durch die bekannten Größen

$\sqrt{(16' - 6,25')} = \sqrt{9,75'} = 3\frac{1}{12}$ Fuß mehr.

Das Doppelte dieser Wurzel ist 6 Fuß 2 Zoll 11 Linien, bis auf einen für die Praktik unbedeutenden Unterschied. Die Hälfte davon aus C nach F und G getragen, giebt die Brennpunkte der Ellipse. Befestiget man nun eine 8 Fuß lange Schnur (= AB) in die beiden Brennpunkte: so kann man vermittelst eines Reißstiftes die krumme Linie ADB beschreiben, welche die äußere Form des Lehnbogens giebt. Alle übrigen Theile desselben werden eben so wie vorhin beschrieben, zusammengefügt und nach dem Ueberwölben der Kuppel auch eben so wieder auseinander genommen.

Während bei viereckigen Gewölben 6 Fuß für jede Seite hinreichend sind: muß man den runden 8 Fuß Durchmesser geben, weil sie alsdann auch nur ohngefähr denselben Inhalt, 36

Quadratfuß haben, die nothwendig sind, um mit dem Schubkarren umdrehen zu können, wenn man aus einem Minengange kommt und in einen Seitengang hinein fahren will.

Außer den eben beschriebenen elliptischen Bögen hat man noch eine andere Gattung derselben, die man, nach Gumbertz, auf folgende, etwas weitläuftige Weise construirt. Auf der Mitte der großen Are AB. Fig. 160. Tab. XIV. errichtet man eine senkrechte Linie CD von der Länge der halben kleinen Are, die man unterwärts unbestimmt nach x verlängert. Man beschreibt hierauf aus A und B mit AC die Kreisbögen CF und CE, so auch mit CF den kleinen Bogen HI, um die Länge EG zu erhalten, womit die Bögen smp und tnq aus A und B, so wie die Am und Bn aus p und q beschrieben werden. Man zieht zuletzt m und C zusammen; errichtet in der Mitte dieser Linie die senkrechte ro, um aus dem Punkte, wo sie die verlängerte kleine Are durchschneidet, mit Om den Bogen mCn zu schreiben, und die Ellipse zu vollenden.

Der obere Theil dieser Domgewölbe muß übrigens jederzeit wenigstens 9 Fuß unter der Erdfläche liegen, damit keine Bombe hindurch schlagen, auch der feindliche Minirer sie nicht so leicht entdecken kann.

Kriegsbaukunst (fortification) s. **Befestigungskunst.**

Krönung des bedeckten Weges, s. **Couronnement** und **Eroberung.**

Krone der Brustwehr (Crête) heißt die obere Fläche derselben, und bekommt allezeit eine Abdachung auswärts, damit die dahinter stehenden Soldaten den äußeren Grabenrand, oder bisweilen auch einen Theil des Grabens bestreichen können. S. **Abdachung.**

Kronwerk (Ouvrage à Couronne) unterscheidet sich von dem oben beschriebenen **Hornwerke** blos durch das ganze Bollwerk C. Fig. 161. Tab. XIV., welches zwischen den beiden halben Bollwerken A und B liegt, und bisweilen zu beiden Seiten die Raveline D hat. Die **Kronwerke** verdanken ihren Ursprung noch jener früheren Epoche der Befestigungskunst, wo man die Festungen in eben dem Maaße zu verstärken glaubte, wie man die Zahl der vor einander liegenden Werke, und folglich auch den Umfang des Ganzen vergrößerte. Man findet daher Beispiele: daß die älteren Ingenieure noch ein **Kronwerk** vor ein **Hornwerk** legten, oder auch umgekehrt, ohne daß dadurch das Widerstandsvermögen der Festungen bedeutend vermehrt ward, wie die schnelle Eroberung der Niederländischen Fe-

Digitized by Google

stungen durch die Franzosen in der ersten Hälfte des achtzehnten Jahrhunderts beweist.

Alles oben über die Hornwerke (w. n. i.) gesagte findet auch hier bei den Kronwerken seine Anwendung, die überdies noch mehr Baukosten und eine stärkere Besatzung erfordern. Sie können daher blos da angebracht werden: wo sie der Festung zu einem Brückenkopf, oder zu Behauptung einer Anhöhe ꝛc. dienen und durch den vorbei fließenden Strom, oder auch wohl durch eine Ueberschwemmung in ihrer von dem Hauptwalle zugleich bestrichenen Kehle, hinreichend gegen einen gewaltsamen Angriff des Feindes gesichert sind. Und selbst in diesem Falle darf man in unsern nördlichen Ländern, wo der Winterfrost so oft jede Deckung durch Wasser unnütz macht, die Sicherstellung der Kehle nicht vernachlässigen.

Künette, s. Cünette.

Kunstfeuer (Artifices) zur Vertheidigung, wie zum Angriff der Festungen bestehen in Bomben und Granaten, in Karkassen, Brandkugeln, Leuchtkugeln, Pechfaschinen, Pechkränzen, Pulversäcken und Brandtüchern. Die Verfertigung aller dieser verschiedenen Dinge gehört für die Artillerie, ihre Anwendung hängt von den Umständen ab; daher sich im Allgemeinen Nichts darüber bestimmen läßt, und blos einige beiläufige Bemerkungen beigebracht werden können.

Zu dem Angriff der Festungen sollte man sich der Kunstfeuer nur in dem seltnen Falle bedienen, wo man gewisse Nachricht hat: daß die Festung ohne Kasematten und bombenfeste Gebäude, die Zeit aber zu kurz gewesen ist, um ihren Mangel durch Blendwerke zu ersetzen. So würde Lille in dem letztvergangenen Feldzuge (1815) sich haben ohne großen Widerstand ergeben müssen, wenn die Engländer es sogleich bei ihrer Ankunft bombardirt und mit glühenden Kugeln beschossen hätten. In jedem andern Falle hingegen ist es grausam und zwecklos: die Kunst des Angriffes durch Mordbrennerei zu entehren. Das Anzünden der Bürgerhäuser wird gewiß keinen Kommandanten zur Uebergabe bewegen, sobald er nur Mittel hat, seine Munition und Lebensmittel zu sichern.

Von größerem Nutzen sind die Kunstfeuer bei der Vertheidigung der Festungen. Hier sucht der Belagerte durch Leuchtkugeln sowohl den Moment der Erbffnung der Laufgräben, als die Fortschritte der Belagerungsarbeiten, zu entdecken. Bei den Ausfällen bedient er sich der Pechkränze und Pechfaschinen zu dem Anzünden der feindlichen Werke, welches bei der Bekleidung derselben mit Faschinen und Schanzkörben sehr leicht ist, wie besonders die Belagerung von Gibraltar ein merkwürdiges Beispiel

Digitized by Google

aufstellt. Dieselbe Vertheidigungsweise ist auch gegen die Logementer im bedeckten Wege und in einem trocknen Graben, besonders aber gegen den Faschinendamm und die Gallerie über einem Wassergraben anzuwenden. Das Erstürmen der Breschc wird dem Angreifer durch Sturmtöpfe, Bomben, Handgranaten und Pulversäcke, auch durch Brandzeuge und Feuerlanzen erschwert, wie man an seinem Orte (Artik. Sturm) sehen wird.

Kunstfeuer-Laboratorium (Laboratoire des artifices) ist immer auf die Seite der Festung zu legen, die der Angriffsseite entgegen steht. Es muß hinreichenden Raum zu den verschiedenen Arbeiten haben, und daher enthalten: 1) Ein Zimmer zu dem Abreiben der Sätze; 2) einen oder zwei Säle zu dem Schlagen der Bränder, zu Verfertigung der Patronen für das Geschütz und ähnliche Arbeiten: 3) ein Zimmer zu dem Nähen der Kartuschsäcke; 4) zwei Zimmer, worin sich die Bohrbänke zu den Raketen befinden; 5) ein Zimmer zu Verfertigung des geschmolzenen Zeuges und der Brandkugeln. 6) Das Leimhaus, wo sich die eingemauerten Kessel zu dem Schmelzen des Schwefels ꝛc. befinden und wo der Leim und Kleister gekocht wird. 7) Der Aufbewahrungsort für die vorräthigen Hülsen, Brandröhren u. dgl.

Befindet das Laboratorium sich in einer Kasematte: müssen die Gemächer hinreichend große Fenster haben, und diese nicht mit eisernen Stäben verwahrt seyn, damit die zufällig bei der Arbeit in Brand kommenden Kunstfeuer hinaus geworfen werden können, ehe sie die andern brennbaren Materialien anzünden. Man sollte übrigens strenge darauf halten: daß sich nie viel vorräthige Munition in dem Laboratorio befinde. Sollen daher eine bedeutende Anzahl Patronen gefüllt werden: muß man durchaus die dazu bestimmten Arbeiter an mehrere Orte vertheilen: damit an keinem mehr als einige 100 Pfund Pulver seyn dürfen.

Kupfer wird bisweilen zu Bedeckung der Dächer öffentlicher Gebäude, der Kasernen, Zeughäuser, Cisternen u. dgl. angewendet, wo es den Vorzug einer außerordentlichen Dauerhaftigkeit hat.

Die zu diesem Zweck bestimmten Platten sind $2\frac{1}{2}$ Fuß lang und breit; sie enthalten daher $6\frac{1}{4}$ Quadratfuß, jeden zu $1\frac{1}{4}$ Pfd. Gewicht. Folglich wiegt die ganze Platte 7 Pfund 13 Loth, und deckt, nach Abzug der — 1, 5 Zoll betragenden — Falze, 5 Quadratfuß. Jede kommt mit dem Arbeitslohn auf dem Dache ohngefähr 18 Gr.

Kurtine, s. Courtine.

Kürzeste Widerstandslinie (Ligne de moindre resistance) A B. Fig. 85. Tab. VII. ist bei den Minen die kleinste Entfernung von demjenigen Punkte, wo der Widerstand der Erdmasse gegen die fort treibende Pulverkraft aufhört. Hieraus folgt: daß diese Linie eine senkrechte, schräge, oder auch horizontale Richtung haben kann, nach Verschiedenheit des Punktes, wo sich der nächste leere Raum um die Minenkammer befindet. Ehemals pflegte man blos die nach der Oberfläche der Erde senkrecht aus der Minenkammer herauf gehende Linie mit diesem Namen zu belegen, an dessen Statt der General Marescot ihr den der Explosionslinie giebt. Da durch sie die Schwere der von der Mine zu hebenden Erdmasse bestimmt wird; dient sie vorzüglich zu Regulirung der Ladungen der Minen. (w. n. i.)

Küstenbatterien oder Strandbattrien (Batteries de côte) sind bestimmt: dem Feinde die Annäherung an die Seeufer und Ankerplätze zu verhindern, und demnach die Rheden und Häfen zu decken; oder endlich, irgend einen Paß oder Durchgang zu beherrschen. Sie sind demnach entweder passager oder permanent; je nachdem man früher darauf bedacht war, die Küsten zu sichern, oder es erst bei einem ausbrechenden Seekriege zu thun genöthiget ist. Der Zweck dieser Batterien deutet von selbst ihre Lage an, doch findet hier dasselbe statt, was bei den Landesgrenzen zu berücksichtigen ist: „daß eine zu große „Vervielfältigung der Deckungsmittel die Kraft lähmt, um auf „den angegriffenen Punkten mit dem erforderlichen Nachdruck „zu wirken.“ Man lege daher die Küstenbatterien nur auf die wichtigeren Stellen, und decke den übrigen Theil der Küsten durch ein sehr bewegliches Korps mit leichtem Geschütz, das dem gelandeten Feinde noch während dem Ausschiffen seiner Truppen, oder unmittelbar darauf, schnell angreift und in die See zurück wirft. Der Eingang in die Häfen, die Mündungen der Flüsse, Landungsplätze, die zur Ebbezeit noch 15 Fuß tief Wasser haben, endlich die Stellen, wo die Fahrzeuge — von feindlichen Schiffen gejagt — eine Zuflucht finden; dies sind die wahren Punkte zu Anlegung der Batterien. Hier müssen sie ein kreuzendes Feuer machen und jeden vorliegenden Punkt zugleich von mehreren Orten beschießen können. Man legt sie demnach auf Inseln und weit in die See vorspringende Sandbänke oder Felsenriffe, wo sie diese Absicht am besten erfüllen. Wird der Hafen durch einen in das Meer fallenden Fluß gebildet: muß die Mündung desselben durch Forts und Strandbatterien beschützt werden, die den Fluß der Länge nach bestreichen können, wie bei Dünkirchen, Calais, Danzig u. a. m. Dasselbe findet auch statt, wenn der Hafen im Inneren einer Bucht liegt, deren Aus-

Digitized by Google

gang bisweilen sehr enge ist; wo man die Ufer des Einganges nicht nur, sondern auch der ganzen Bucht, mit Batterien besetzen kann, um dem Feinde den Aufenthalt in jener unmöglich zu machen, wie dies bei Brest der Fall ist. Bietet die Natur auch keine Gelegenheit zu dergleichen Anlagen dar, und ist der Ankerplatz außerhalb des Kanonenschusses der Strandbatterien: muß man eine hölzerne Redonte auf eingerammten Pfählen erbauen, und sie mit schweren Kanonen besetzen, um die feindlichen Schiffe entfernt zu halten. Belidor beschreibt in seiner Wasserbaukunst mehrere dergleichen Batterien, die in Frankreichs schönern Zeiten vor den Kriegshäfen dieses Landes erbauet worden sind und bei ähnlichen Anlagen als Muster dienen können. Sie sind jedoch theils blos aus Holz, und geben daher dem Feinde Gelegenheit: sie anzuzünden; theils liegen sie so niedrig, daß sie von den Mastkörben der feindlichen Schiffe überhöhet und die Artilleristen durch das Feuer derselben von ihrem Geschütz vertrieben werden können. Im Allgemeinen lassen sich für die Anlage der Strandbatterien, die eine Rhede, oder den Eingang eines Hafens beschützen sollen, folgende Grundsätze aufstellen:

1) Sie dürfen nicht weiter auseinander liegen, als die gute Wirkung des Kanonenschusses erlaubt, d. h. 800 Schritt.

2) Das Geschütz auf den Strandbatterien darf nie über Bank schießen, sobald die Meerestiefe den feindlichen Schiffen erlaubt: sich bis auf 200 Schritt dem Ufer zu nähern. Es muß in diesem Falle durch Gewölbe, oder wenigstens durch Schießscharten und Blendwerke gegen das Feuer von den Mastkörben gedeckt werden. Unterläßt man diese Vorsicht, aus dem gewöhnlichen Grunde: um mit dem Geschütz ein größeres Feld bestreichen zu können, und legt sich ein feindliches Schiff bis auf 100 Schritt vom Strande, A in B. Fig. 165. Tab. XIV., so werden die Kanonen der Bankbatterien von allen drei Geschützlagen des Schiffes getroffen und die hinter der Brustwehr stehenden Artilleristen von den im Mastkorbe C postirten Schützen getödtet werden können. Der größere mögliche Richtwinkel des über Bank schießenden Geschützes kommt hier in keinen Betracht, weil die Entfernungen des Objectes mit der Erweiterung des horizontalen Richtwinkels wachsen, so daß bei 45 Grad Seitenrichtung die Schußweite schon über 1000 Schritt ist, wenn sie in gerader Linie 800 Schritt war. Man sollte daher vielmehr das Gesichtsfeld der Geschütze auf den Strandbatterien zu beschränken suchen, anstatt es zu erweitern.

3) Die Stärke und das durch den Bau bewirkte Widerstandsvermögen der Batterie muß immer der Art des möglichen Angriffes entsprechen. Sobald große Schiffe sich ihr bis auf weniger als 300 Schritt nähern können; muß sie aus starkem

Digitized by Google

Mauerwerk bestehen und oben gegen das Feuer der Mastkörbe bedeckt seyn; man erlangt dadurch den Vortheil: die Schießscharten näher zusammenrücken und folglich in einem kleineren Raume mehr Geschütz anbringen zu können. Es ist von sich selbst klar: daß nächst der Stärke des feindlichen Angriffes auch die größere oder geringere Wichtigkeit des zu vertheidigenden Punktes in Betracht kommt. Ein großer Hafen, der viel Vorräthe enthält, dessen Eroberung dem Feinde wichtige Hülfsquellen eröffnen würde, muß durch stärkere Batterien und durch eine größere Geschützmenge vertheidigt werden, als ein kleinerer, dessen Besitz nur momentane Vortheile gewährt.

4) Aus dem vorhergehenden Grundsatze scheint die Nothwendigkeit zu fließen: daß wichtige Strandbatterien auch eben so, wie die Schiffe, gegen die sie fechten sollen, mehrere Lagen Geschütz übereinander haben müssen, und daß dieses Geschütz eben so nahe aneinander stehen muß: nicht über 12 Fuß.

5) Die Schießscharten müssen dergestalt geöffnet seyn: daß man das Geschützrohr auf jeder Seite — von der Axe an gerechnet — 20 bis 25 Grad seitwärts richten kann. Bei dieser Richtung kann man auf 800 Schritt aus der halben Schießscharte eine Länge von 372 Schritt, und auf 300 Schritt eine Länge von 139 Schritt — die Tangente des Winkels von 25° bestreichen.

Hieraus folgt: daß bei einer gerade fortlaufenden Küste, welche die Entfernung des Schiffes von derselben durch die Wassertiefe auf 800 Schritt bestimmt, das Schiff von dem Augenblick an, wo sein Vordertheil von der ersten Schießscharte gesehen wird — wo es demnach noch 372 Schritt seitwärts von der Axe derselben entfernt ist — bis zu dem Augenblicke, wo es den Gesichtskreis der letzten Schießscharte verläßt, in jedem Punkte den Schüssen der Batterie ausgesetzt ist. Dies würde bei einer Batterie von 24 Kanonen, mit 9 Fuß Abstand, eine Länge von beinahe 900 Schritt betragen. Kein Manöuvre kann das Schiff dagegen schützen, als wenn es sich außerhalb dieser Feuerwirkung hält. Mit diesem Grundsatze verbindet sich noch der:

6) Die Entfernung der Schießscharten von einander so abzumessen, daß auf die erwähnte Weite durchaus kein ungesehener und unbestrichener Raum bleibt, wo ein kleines Fahrzeug, durch die Merlons gedeckt, verweilen könnte. Schon bei einer Erdbatterie, mit 18 Fuß Abstand der Schießscharten von einander, und 20 Grad Oeffnung derselben, kreuzen sich ihre Seitenlinien 50 Fuß von der Spitze des Winkels, oder 30 Fuß vor der äußeren Böschung der Brustwehr. Rückt man aber die Schießscharten bis auf 9 Fuß zusammen, und giebt man ihnen 50 Grad Oeffnung; verringert sich die Weite bis auf 3 Fuß, wo die Seitenlinien der Schießscharten sich vor der Mauer kreu-

Digitized by Google

zen. Will nun aber das feindliche Schiff außer der Schußlinie der Batterie bleiben, muß es sich über 800 Schritt entfernt halten, und würde auf diese Weise nur wenig gegen die Batterie ausrichten. Das Feuer des kleinen Gewehres aus den Mastkörben bliebe hier ohne alle Wirkung, und kann den hinter der Brustwehr beschäftigten Artilleristen keinen Schaden zufügen. In diesem einzigen Falle kann man bloße Erdbatterien zu Vertheidigung der Küste erbauen, ohne daß man fürchten darf: die Artilleristen von den auf den Mastkörben stehenden feindlichen Schützen getödtet zu sehen, wie bei dem Angriff auf Portobello.

7) Alle Strandbatterien müssen auf ihren beiden Ecken abgerundet und ebenfalls mit Geschütz besetzt seyn, damit die feindlichen Schiffe sich nirgends aufstellen können, ohne von ihnen beschossen zu werden. Nur dann, wenn die Batterie im Innern eines Meerbusens, oder in einer eingehenden Bucht liegt, wo die Schiffe sich nicht so weit seitwärts stellen können.

8) Weil der Feind leicht die Strandbatterien durch ein, in der Nacht gelandetes Detaschement von hinten stürmen und dadurch unnütz machen kann, wie unter andern zu Kap Breton geschehen: müssen sie hinten gleichmäßig mit einer Brustwehr und palliſadirten Graben verschlossen seyn.

9) Da endlich die Schiffe allezeit Kanonen von starkem Kaliber führen: müssen auch die Strandbatterien wenigstens mit Vierundzwanzigpfündern, und jede mit zwei Mörsern besetzt seyn; auch darf ein Windofen nicht fehlen, um Kugeln zu glühen; denn die glühenden Kugeln und die Brandbomben sind immer das wirksamste Vertheidigungsmittel gegen die Schiffe.

Auf diesen Grundsätzen nun beruhet Montalemberts Vorschlag zu einer durchaus kasemattirten und hinten geschlossenen Strandbatterie, Fig. 166. Tab. XIV., die aus zwei Thürmen besteht, A und B, durch eine gegen die See gerade laufende, C, gegen die Landseite aber vorspringende Kurtine, D, verbunden. Letztere ist — wie die Umfassung der Thürme — ein Erdwall, der hinter sich einen trocknen und vor sich einen Wassergraben, jenseits desselben aber einen bedeckten Weg hat. Jeder Thurm enthält 3 Lagen Geschütz über einander, und 3 Reihen Schießlöcher für das kleine Gewehr; so auch die Kurtine C. Diese enthält, mit dem obern unbedeckten Raume, 96 Geschützstände, und ein, 500 Schritt von der Batterie vorbei segelndes Schiff würde bei nur einmaligem Abfeuern der Kanonen 120 Kugeln bekommen. Demohngeachtet erfordert diese Batterie nicht mehr als 2500 Kubiktoisen Mauerwerk, während das bekannte Fort der Risbank vor Dünkirchen, das nur 56 Kanonen auf einer 48 Fuß hohen, oben offenen Batterie faßte, über 6000 Kubiktoisen Mauerwerk enthielt, obgleich es durchaus

Digitized by Google

keinen gewölbten und bombenfesten Raum, weder für die Vorräthe, noch für die Besatzung, enthielt. Man s. auch Thurm und Vorwerke.

L.

Laden der Minen (charger les mines) geschieht am gewöhnlichsten vermittelst eines, von Dielen zusammengeschlagenen Kastens, dessen Größe durch die berechnete Pulverladung der Minen bestimmt wird. (S. Pulverkasten.) Die Kammer, in welcher der Kasten zu stehen kommt, liegt ½ Fuß tiefer als der Minengang oder die Sohle des Schachtes; und wenn es irgend Zeit und Umstände verstatten, am Ende eines Schlages (retour) oder Kammerhalses. Sie ist nach der Größe des Pulverkastens eingerichtet, der entweder — bis auf den Deckel — mit hölzernen Nägeln zusammengeschlagen ist, oder bei starken Ladungen stückweise in die Kammer gebracht und daselbst zusammengesetzt wird. In einem feuchten Boden, wo die Pulverladung durch das hereindringende Wasser bald durchnäßt seyn würde, muß ein Senkbrunnen in die Sohle der Kammer gegraben, und derselbe mit losen Steinen ausgefüllt werden, damit sich das Wasser in demselben sammeln kann, und nicht bis an den, auf den Steinen stehenden Pulverkasten steigt. Sobald der Kasten an seinem Orte ist, wird die Leitrinne auf die Sohlstücke der Vertrempelung befestigt, daß sie bis über die Verdämmung heraus reicht, und die Zündwurst durch die Zündröhre oder den Kastenzünder bis mitten in den Kasten gezogen, und hier, vermittelst eines hölzernen Nagels, befestigt. Die 1½ bis 2½ Zoll weite Zündröhre geht bis in die Mitte des Kastens, und steht 8 Zoll aus derselben hervor, um sie desto besser an der Leitrinne befestigen zu können.

Um das Pulver zu der Ladung herbei zu bringen, werden dreimal so viel Arbeiter angestellt, als die Ladung Centner Pulver enthält, weil jeder 33⅓ Pfund in einem zugebundenen Sack von Leder oder dichtem Drell — der das Hindurchstäuben des Pulvers verhindert — tragen muß. Sie bleiben unterweges 10 bis 20 Schritt hinter einander, und gehen — von einem Unteroffizier geführt — schnell nach dem Eingange der Gallerie, wo die einzeln vertheilten Minirer sie ihnen abnehmen, und sich dieselben bis zu der Kammer zureichen. Hier werden sie von dem dazu bestimmten Unteroffizier übernommen, schnell aufgebunden und in den Kasten ausgeschüttet, oder bei sehr starken Ladungen auch blos in dem Kasten dicht aufeinander gelegt, in jeden aber, zu schnellerer Verbreitung des Feuers, mit einem

Digitized by Google

scharfen Messer einige Queerschnitte gemacht. Zuletzt wird der Deckel auf dem Kasten befestigt, der über dem letztern befindliche Raum bisweilen mit Rasen ausgestopft und die Verdämmung der Mine gemacht.

Während dem Ausschütten des Pulvers in den Kasten muß das in einer dichten Laterne verschlossene Licht sorgfältig entfernt gehalten werden, damit sich der aufsteigende Pulverstaub nicht entzünden kann; man darf sich bei dem Zunageln des Kastens und der Leitrinne blos eines kupfernen Hammers bedienen, und muß das aus der Leitrinne hervorragende Ende der Zündwurst mit einigen leeren Sandsäcken und ein wenig trockner Erde bedecken.

Das vorher erwähnte Ausfüttern des um den Pulverkasten bleibenden leeren Raumes ist jedoch keinesweges nothwendig; vielmehr hat schon Le Febvre angerathen: bei stark gedachten Minen den übrigen Theil der Kammer, rings um den Kasten, leer zu lassen, weil dadurch ein weit größerer Trichter hervorgebracht werde. Wirklich lehrt die tägliche Erfahrung: daß die Ladung eines Feuergewehres eine weit größere Kraft äußert und daher gewöhnlich das Rohr zersprengt, sobald der Pfropf und die Kugel nicht auf dem Pulver aufsitzen, sondern sich ein leerer Raum dazwischen befindet; weil nun das expansible Pulvergas Freiheit hat, sich völlig zu entwickeln und auf einmal gegen die, es einschließenden Körper zu wirken. Befindet sich im Gegentheil kein leerer Raum zwischen dem Pulver und dem Pfropf: geschieht die Ausdehnung des Gases nur nach und nach, so wie die durch das Verbrennen erzeugte Wärme steigt. Eben so entzündet sich nicht alles Pulver sogleich, wenn es in einer Mine die Kammer völlig anfüllt, sondern ein Theil desselben entwickelt sich erst bei dem Ausheben des Trichters. Läßt man hingegen einen leeren Raum um den Kasten: bekommt dadurch die Ladung mehr Zeit sich auszudehnen und nun mit voller Kraft und mit der ganzen Geschwindigkeit des Gas gegen die Seitenwände zu drücken. Es ist jedoch klar: daß dieser leere Raum in der Kammer ein Maximum haben muß, wo die Gewalt der ausdehnenden Kraft wieder abnimmt. Wenn daher auch die Erschütterung größer, oder wenigstens dieselbe ist: wird doch die Erdgarbe nicht so hoch geworfen und der Trichter nicht bedeutend größer werden. Der General Marescot stellte hierüber im Jahr 1800 zu Mainz Versuche an, wo er bei 10 Fuß kürzester Widerstandslinie und 100 Pfund Pulverladung den Minenkammern verschiedene Größe gab, und nachstehende Resultate erhielt.

Nummer des Versuches.	Größe der Seiten der Kammer.	Inhalt der Kammer, Würfelfuß	Durchmesser des Trichters.	Bemerkungen.
1	1½ Fuß.	1,989	23′ 6″	Die Erde ward 30′ hoch geworfen, und der Trichter war 4 Fuß tief.
2	2 —	8	22 6	Die Erde ward höher geworfen. Die Erschütterung war stärker.
3	2½ —	15,625	25 6	
4	3 —	27	26 6	
5	6 —	216	26 —	Der Pulverkasten befand sich an der Decke der Kammer.
6	6 —	216	27 9	Der Pulverkasten stand auf der Sohle der Kammer; hatte daher 15′ K. W. Linie.
7	4 —	64	29 1	Die Erde ward mit einer schwachen Erschütterung nur 8′ hoch geworfen.
8	4 —	64	20 —	

Da die Mine Nr. 8. in einem festen Kiesboden lag, war ihre Wirkung nur geringe und konnte nicht als Beweis gelten. Die Versuche wurden späterhin zu Metz von dem nämlichen Miniroffizier mit der größten Sorgfalt wiederholt; jedoch entsprach hier der Erfolg keinesweges den Erwartungen, weil eine Vergrößerung des Trichters von etwa 2 Fuß in keinen Betracht kommt. Dem ohngeachtet kann man als ausgemacht ansehen: daß es gleichgültig ist: ob man die Kammer über dem Pulverkasten völlig mit Erde ausfüttert, oder nicht; und daß man daher dieses Ausfüttern des leeren Raumes ohne allen zu besorgenden Nachtheil unterlassen kann. Das Laden der Fladder- und der Schachtminen ist an einem andern Orte gelehrt worden. S. Couronnement, Sprengkasten, Schachtminen und Dampfminen.

Laden vor den Schießscharten (portières) s. **Schußladen.**

Ladungen der Minen (les charges des fourneaux) werden durch die Größe der Trichter, welche man herauswerfen will, und durch die Schwere und den Zusammenhang des Erdbodens bestimmt. Einige haben auch das Gewicht der auf dem Trichter ruhenden Luftsäule (= einer 32 Paris. Fuß hohen Wassersäule) mit in Anschlag bringen wollen; allein, ehe noch die Erdgarbe gehoben wird, entweicht schon ein Theil der elastischen Flüssigkeit durch die in der Oberfläche der Erde entstandenen Risse, und weibt die in senkrechter Richtung drückende Luftsäule

nach allen Richtungen auseinander. Hieraus entsteht eine Art Gleichgewicht zwischen diesem gegenseitigen Druck, wodurch der Widerstand der vorerwähnten Luftsäule aufgehoben wird, und nur der Widerstand gegen die einzeln herausgeworfenen Erdtheilchen übrig bleibt, den man füglich ganz aus der Acht lassen kann. Es bleibt demnach blos das Gewicht und der Zusammenhang der Erde der Trichter zu überwinden, welche nothwendig im Verhältniß ihrer Größe, oder der Würfel ihrer gleichnamigen Seiten stehen. Obgleich nun es hiernach scheint: daß die genaue Bestimmung der Form des Minen-Trichters wesentlichen Einfluß auf die Stärke der Ladungen haben muß; obgleich eben diese Form des Trichters zu mancherlei Discussionen Gelegenheit gegeben hat: wird man doch immer beinahe dasselbe Resultat erhalten, sobald man bei Berechnung der Ladungen die nämlichen Probeminen zum Grunde legt. Setzt man für die Ladungen zweier Minen, P und p: werden die Trichter, beide auch durch die Grundflächen multiplizirt, mit einem Theile der kürzesten Widerstandslinie H und h ausgedrückt,

$$P : p = \frac{\pi}{2} R^2 \frac{H}{n} : \frac{\pi}{2} r^2 \frac{h}{n} = R^2 H : r^2 h \text{ ------}$$

und die Ladungen verhalten sich unter allen Umständen wie die Quadrate der Halbmesser der Trichter, multiplicirt mit der kürzesten Widerstandslinie. Setzt man nun die Trichter gleich: wird $\frac{R^2}{r^2} = \frac{H^2}{h^2}$, und man bekommt für obige Gleichung: $P : p = H^3 : h^3$, wonach gewöhnlich die Tafeln der Minenladungen berechnet worden sind, unter der Voraussetzung: daß der Durchmesser des Trichters doppelt so groß werde, als die kürzeste Widerstandslinie.

Nimmt man aber $p = 100$ Pfund und $h = 10$ Fuß, so wird $P : 100 = H^3 : 1000$, und folglich $P = \frac{H^3}{10}$.

Da ferner in gewöhnlicher, mit Sand vermischter Erde, von der ein Würfelfuß 130 Pfund wiegt, $101\frac{3}{7}$ Pfund Pulver bei 10 Fuß k. W. L. einen Trichter auswerfen, dessen äußerer Durchmesser dem doppelten jener Linie gleich ist: giebt die vorher angeführte Formel die Ladungen für den Gebrauch genau genug, bei allen ähnlichen Erdarten, die eine gleich große Menge Pulver auf die Kubik-Klafter erfordern. Wollte man aber die Ladung für eine Mine in einer andern Erdart bestimmen, wo 15 oder 18 Pfund auf jede Kubik-Klafter nöthig sind: darf man nur den Werth von F, ein Halb, oder ein Viertheil zusetzen.

Diese Formel ist nichts andres, als die alte Regel der Miniker, die Minenladungen zu finden: Man multiplizirt die

K. W. L., im Fußmaaß ausgedrückt, mit sich selbst, streicht im Produkte die letzte Ziffer zur Rechten aus, und multiplizirt das übrig bleibende nochmals mit der kürzesten Widerstandslinie.

So wie $\frac{R^2}{r^2} = \frac{H^2}{h^2}$; ist auch $\frac{H^3}{h^3} = \frac{S^3}{s^3}$, wenn man die Explosions-Radien AF, BF und af, bf mit S und s benennt. Fig. 167. Tab XIV. Setzt man diese Größe in die vorhergehende Gleichung: so wird sie $P : p = S^3 : s^3$, oder Belidors Formel. Geht man weiter, so ist — immer unter der Voraussetzung gleichförmiger Erdmassen: $\frac{H}{h} = \frac{S}{s}$ und daher

$$P : p = R^2 S : r^2 s;$$

die Formel des Generals Marescot (Journ. polytechnique, Cah. 4.)

Sobald die Ladungen stärker werden, als dieses Verhältniß bestimmt, ist auch R nicht = h; sondern es wird = nh, oder wenn man n = 1 setzt und durch eine Function von n multiplizirt F (n) h. Diese Function aber ist nach Belidor und Bousmard $F(n) = \frac{(n^2+1)^{\frac{3}{2}}}{2\sqrt{2}}$; daher ist $p = gh^3 \frac{(n^2+1)^{\frac{3}{2}}}{2\sqrt{2}}$; denn $\frac{P}{H^3} = \frac{1}{10} = g$.

Nach Mouzé ist $F(n) = n^2$; folglich $p = h^3 . n^2$.

Nach Marescot ist $F(n) = \frac{n^2\sqrt{n^2+1}}{\sqrt{2}}$; daher wird $p = gh^3 \frac{n^2\sqrt{n^2+1}}{\sqrt{2}}$.

Wenn nach Gumbertz und Le Brün in einem gewissen Erdboden die Ladung P nöthig ist, damit n = 3 wird; und wenn man $\frac{\sqrt[3]{P}}{\frac{1}{10}h^3} = 1$ setzt; wird $F(n) = \left(\frac{1-1}{2}(n-1)+1\right)^3$; daher $p = h^3\left(\frac{1-1}{2}(n-1)+1\right)^3$.

Der Prof. Dobenheim setzt $F(n) = \left[\frac{n^2+1}{4}\right]^2$; daher $p = gh^2 \frac{(n^2+1)^2}{4}$. Hier ist F (n) = 1, sobald n = 1; wenn aber n = 0, muß p einen positiven Werth haben, der kleiner ist, als die gewöhnliche Minenladung. Dieser Werth ist dann das Maximum der Ladung für einen Quetscher, der h zur kürzesten Widerstandslinie hat. Wenn aber p positiv ist, müssen auch alle wirkliche Werthe von n gleich, und eben so viel positive als negative seyn. Da jedoch nicht zugleich ein wirk-

Digitized by Google

licher und ein negativer Werth statt finden kann, muß man der Function von n diese Form geben;

$$a\,(b + cn^2 + dn^4 + en^6 + fn^8 \cdots)$$

Sobald H einen wahren Werth hat, aber $p = o$ ist: muß n blos eingebildet seyn. Die Größe b muß demnach in obigem Ausdruck jederzeit mit + stehen weil $o = gh + F(n)$. Die Ladung des stärksten Quetschers, wo $n = o$, steht in einem stetigem Verhältniß zu der gewöhnlichen Mine, und kann durch $\frac{gh^3}{m}$ ausgedrückt werden, das, mit obiger Function verglichen, $ab = \frac{1}{m}$ giebt. Ist endlich $n = 1$, wird auch $a = \frac{1}{b + c + d + e + f \cdots}$.

Schon seit Vaubans Zeiten hat man durch viele Versuche die in jeder Gattung Erdboden zu Bildung des einfachen Trichters (s. letzteres Wort) nöthige Pulverladung zu bestimmen gesucht; denn es ist klar: daß mit der Schwere und mit dem Zusammenhange der Erde auch die Ladungen zunehmen müssen. Folgende Tafel der französischen Minirer ist in dieser Rücksicht allgemein angenommen. (Man sehe auch Schwere.)

Erdarten.	Gewicht von 1 Würfelfuß	Ladungen auf 1 Würfel-Fuß	Ladungen auf 1 Kubik-Toise.
1. Gemeine Erde.	95 ℔	1 unze.	$13\frac{1}{2}$ ℔
2. Grober Sand.	124 —	$1\frac{1}{9}$ —	15 —
3. Gartenerde, mit Sand und Kies vermischt.	130 —	$\frac{8}{9}$ —	12 —
4. Nasser Sand.	132 —	$1\frac{1}{6}$ —	$15\frac{3}{4}$ —
5. Erde mit Steinen vermischt.	133 —	$1\frac{1}{2}$ —	$16\frac{7}{8}$ —
6. Thon.	139 —	$1\frac{1}{8}$ —	$18\frac{9}{16}$ —
7. Lehm mit untermischtem Kiesel.	160 —	$1\frac{1}{2}$ —	$20\frac{1}{4}$ —
8. Felsen.	160 —	2 —	27 —
9. Neues Mauerwerk.	— —	$2\frac{1}{6}$ —	$29\frac{1}{2}$ —
10. Alte, sehr feste Mauern.	— —	$2\frac{6}{8}$ —	$37\frac{7}{16}$ —

Die Schriftsteller über den Minenbau haben sich mit diesen Erfahrungen nicht begnügt, sondern setzten

$$p = KM$$

wo K die auf jede Kubiktoise erforderliche Pulverladung, M aber die Erdmasse des Trichters ausdrückt. Indem sie nun hieraus $K = \frac{p}{m}$ folgerten, machten die älteren die Ladung ganz von der Form des Trichters abhängig, und weil sie

m zu klein annahmen, bekamen sie K zu groß. Die neueren erkannten die Nothwendigkeit: m zu vergrößern, behielten aber K unverändert bei und vergrößerten p, ohngeachtet es durch die Erfahrung bestimmt war, und man K hätte verkleinern sollen. Daher bekam man 102 Pfund Ladung auf 10 Fuß k. W. Linie für gemeine, mit Kies vermischte Erde; wo doch Vallière nur 93 Pfund vorschreibt. Dies kommt bei gewöhnlichen Minen in keinem Betracht, wird aber bei überladenen wichtig. Die zu ersteren bei den französischen Minirern eingeführten Ladungstafeln enthalten nachstehende Tafel, auf die 3te Erdart berechnet.

Kürzeste Widerstandsl.	Ladung in Pfunden.	Kürzeste Widerstandsl.	Ladung in Pfunden.
Fuß.		Fuß	
6	22	21	943
7	35	22	1084
8	52	23	1238
9	74	24	1408
10	102	25	1591
11	135	26	1790
12	176	27	2005
13	224	28	2235
14	279	29	2482
15	344	30	2750
16	417	31	3033
17	500	32	3337
18	594	33	3660
19	698	34	4002
20	515	35	4364

Für die überladenen Minen, unter dem Namen der Globes de compression (w. n. i) bestimmt Belidor die Ladurch den Würfel des Explosions-Radius AF. Fig. 167. Tab. XIV. Da letzterer (der Halbmesser der Wirkungssphäre) die Hypothenuse des rechtwinklichen Dreieckes mit der k. W. Linie FD und dem Halbmesser des Trichters BD = AD ist, läßt er sich auch leicht finden. Wäre z. B. bei der, 10 Fuß tief liegenden Probemine abf die Ladung 100 Pfund gewesen, und wollte man eine Druckmine 20 Fuß tief sprengen, deren Trichter das Viersache der k. W. L. zum Durchmesser hätte: würde der Explosions-Radius, oder die gesuchte Hypothenuse für die überladene Mine 44,721 Fuß, folglich der Würfel derselben 89442,9 Fuß seyn; da der Explosions-Radius der Probemine af 14,142 Fuß, und daher sein Würfel = 2828 Fuß ist. Man bekommt demnach

Log. 89442. = 4. 9515450
Log. 100. = 2. 0000000
Log. 2828,4. = 3. 4515450

3. 5000000 oder

3162 Pfund für die verlangte Ladung des Globe de Compression, (man sehe unten die Tafeln der Ladungen) bei welcher man auf eine horizontale Wirkung von ohngefähr 45 Fuß gegen die, um die Minenkammer herum liegenden, feindlichen Minengänge rechnen darf.

Belidor geht mit Berechnung der Minenladungen nur bis zu einem solchen Trichter, dessen Durchmesser die k. W. L. fünf mal enthält. Für eine Wirkungssphäre, deren Trichter sechsmal so groß, als die k. W. Linie, giebt er die schon vorher (Artik. Globe de Compression angeführte Regel: „die k. W. L. im „Fußmaaß ausgedrückt, durch 300 zu vermehren, um die La„dung in Pfunden zu bekommen." Dies macht bei 10 Fuß k. W. L. 3000 Pfund, und bei 15 Fuß 4500 Pfund. Eine in Vergleichung der, nach der vorhergehenden Formel gefundenen Ladung ungeheuere Menge! auf die Belidor dadurch geleitet ward, weil bei seinen Minenversuchen die mit 3600 Pfund geladenen Kammern von 12 Fuß k. W. L. ohngefähr 72 Fuß weite Trichter herauswarfen. Legt man nun diese Erfahrungen zum Grunde, und nimmt man dabei an: daß die Minen in einer Erdart spielten, welche 12 Pfund auf jede Kubiktoise erfordert: läßt sich nach Gumpertz und Le Brun daraus bestimmen, welches die kürzeste Widerstandslinie einer, mit 3660 Pfd. Pulver geladenen Mine seyn müßte, wenn sie einen gewöhnlichen Trichter bilden soll. Es verhalten sich nämlich die Ladungen einfacher Minen wie die Würfel ihrer k. W. L., und daher, wenn 12 Fuß 176 Pfund Pulver erfordern

Log. 1728 = 3. 2375437.
Log. 3660 = 3. 5634811
Log. 176 = 2. 2455127.

4. 5555121. wovon die Zahl

35935, der Würfel der k. W. Linie, für die letztere 32,999 oder 33 Fuß giebt. Wenn demnach eine überladene Mine von 12 Fuß k. W. L, die einen 72 Fuß großen Trichter herauswirft, mit einer einfachen Mine von 33 Fuß k. W. L. in Hinsicht der Ladung übereinstimmt: werden auch andere mehr oder weniger überladene Minen mit den korrespondirenden einfachen Minen ebenfalls dieselben Ladungen erheischen, und man wird die vorher gegebenen Ladungstafeln der französischen Miniker dazu anwenden können. Wollte man z. B. die Ladung bei 20 k. W. L. für eine Mine finden, deren Trichter sechsmal so groß als jener ist: sieht man gleich, daß diese Mine in ihrer

Digitized by Google

Wirkung mit der 12 Fuß tief liegenden übereinstimmt, die auf 33 Fuß k. W. L. geladen war. Man kann demnach schließen: „Die kürzeste Widerstandslinie der Mine, welche mit der Ladung einer 33 Fuß tief liegenden Mine einen 72 Fuß weiten Trichter hervorgebracht hat, verhält sich zu der kürzesten „Widerstandslinie der neuen Mine, die einen 120 weiten „Trichter auswerfen soll, wie 33 Fuß zu der, zu findenden „kürzesten Widerstandslinie, welche der Ladung für einen „sechsfachen Trichter von 20 Fuß entspricht."

Die gesuchte vierte Zahl ist hier 55, und zeigt an: daß die Ladung einer einfachen Mine von 55 Fuß k. W. L. den verlangten Trichter von 60 Fuß Halbmesser herauswerfen wird. Diese Ladung aber ist 16945 Pfd.

Mit dieser Methode stimmt die des Generals Marescot am besten überein, der die starken Ladungen durch das Verhältniß der Produkte aus den Quadraten der Trichter-Halbmesser mit den Explosionsradien bestimmt. Der Major Mouzé hingegen bedient sich der Quadrate der Trichter-Halbmesser allein, und bekommt dadurch — so wie Belidor — weniger, wie folgende Vergleichstafel zeigt.

Radien der Trichter.	Pulverladungen einer Mine von 12 Fuß k. W. L., in einem Boden, der 12 Pfd Pulver auf jede Kubikroise erfordert, um die beistehenden Trichter auszuwerfen.			
	nach Belidor	nach Mouzé.	n. Marescot.	n. Gumpertz.
18 Fuß.	365 ℔	390 ℔	504 ℔	522 ℔
24	696	704	1114	1160
30	1214	1100	2094	2176
36	1968	1584	3545	$3660\frac{1}{4}$

Mit Belidors Angaben stimmen des Major d'Arletan (m. s. die Tafel Artik. Globe de Compression) auf sehr lockere Erde eingerichtete, am meisten überein. Es scheint überhaupt überflüssig zu seyn, sich so ungeheurer Ladungen zu bedienen, wenn man nicht darauf rechnen müßte: oft schlechtes und halb verdorbenes Pulver zu bekommen, und deshalb bei dem Gebrauch nicht die erwartete Wirkung hervorzubringen.

Um die Ueberladungen zu finden, nimmt Prof. Dobenheim die Wirkungssphäre als eine Ellipse an, weil sie sich in horizontaler Richtung mehr ausbreiten muß, wo der Widerstand zu beiden Seiten gleich ist, als in senkrechter wo die obere Erddecke herausgeworfen wird. Nimmt man an: daß der Mittelpunkt dieser elliptischen Linie die Pulverkammer ist; daß sie durch die Enden des Halbmessers der Trichter geht, und daß ihre beiden Axen sich wie S zu h verhalten. Zählt man die x vom

Digitized by Google

Mittelpunkte an, wird die Gleichung der Ellipse: $y = \frac{a}{b}\sqrt{b^2 - x^2}$). Hier sind a und b stetige Größen, deren erste die halbe große Axe, und die zweite die halbe kleine Axe ist. Soll demnach die Ellipse durch den Mittelpunkt gehen, muß $y = r$ werden, wenn $x = h$; daher $r = \frac{a}{b}\sqrt{b^2 - h^2}$); und deshalb auch $b^2 = \frac{a^2 h^2}{a^2 - r^2}$.

Aus der zweiten Bedingung folgt $a : b = s : h$; demnach $b^2 = \frac{a^2 h^2}{s^2}$, und wenn man beide Werthe von b^2 vergleicht, wird $s^2 = a^2 - r^2 = h^2 + r^2$. Diese letztere Gleichung giebt $a = \sqrt{h^2 + 2r^2}$), oder $a = h\sqrt{1 + 2n}$), weil $r = nh$. Setzt man jenen Werth in die Gleichung $b = \frac{ah}{s}$, so wird sie $b = h\sqrt{\left[\frac{1 + 2n^2}{1 + 2n^2}\right]}$ und die Gleichung der Ellipse ist $y = \sqrt{1 + n^2}$). $\sqrt{\left[\frac{1 + 2n^2}{1 + 2n^2}\right]} h^2 - x^2$

Ist h, x und y gegeben, kann man leicht den Halbmesser n des Trichters finden, woraus die zugehörende Ladung folgt. Man kann $x = qh$ und $y = kh$ setzen; da nun aus der vorhergehenden Gleichung $y^2 (1 + n^2) h^2 - (1 + n^2) x^2$ ist, wird der Werth von x dafür gesetzt: $y^2 = h^2 (1 + 2n^2 - (1 + n^2) q^2) = (1 - q^2 + (2 - q^2) n^2) h^2$; und daher $\frac{y^2}{h^2} = 1 - q^2 + (2 - q^2) n^2$; daher wird $n = \frac{\frac{y^2}{h^2} + q^2 - 1}{2 - q^2} = \frac{K^2 + q^2 - 1}{2 - q^2}$; und daher im Verhältniß:

$\sqrt{2 - q^2} : \sqrt{K^2 + q^2 - 1}) = 1 : n$, aus welchem man n leicht finden kann.

Die halbe große Axe der Ellipse $a = h\sqrt{1 + 2n^2}$); setzt man demnach $n = 1$, bekommt man $a = h. 1{,}732$; setzt man aber $n = 3$, wird $a = h. 4{,}358$.

Alle diese Theorien gründen sich auf die wenigen Versuche Belidors, und es läßt sich durchaus Nichts allgemein bestimmen, so lange sich noch solche Anomalien zeigen, wie bei den in der vorhergehenden Tafel berechneten Ladungen für Minen, deren Halbmesser der Trichter $1\frac{1}{2}$, 2, $2\frac{1}{2}$, und 3 mal der k. W. L. gleich sind. Hat man gutes und starkes Pulver, wird man sich ohne Bedenken auch für überladen Minen der Belidorschen Theorie bedienen und die Ladungen nach den Halbmessern der Wirkungssphären berechnen können; bei schlechtem und verdorbenem Pulver hingegen würde man die von Marescot,

Digitized by Google

Gumpertz oder Dobenheim gegebenen Formeln anwenden müssen, durch die man fast noch einmal so starke Ladung bekommt. Zur Bequemlichkeit und als Beispiel dienen folgende von Le Febvre berechnete Tafeln der Minenladungen von 10 bis 20 Fuß kürzester Widerstandslinie.

Bei 10 Fuß kürzester Widerstandslinie.

Durchmesser des Trichters.	Radien der Wirkungssphäre.	Pulverladungen		
		in gelbem Sande.	in Sand mit Kies vermischt.	in fester Thonerde.
20 Fuß.	14,1 Fuß.	100 Pfd.	170 Pfd.	200 Pfd.
22	14,8	116	197	232
24	15,6	134	229	269
26	16,4	155	265	312
28	17,2	180	306	360
30	17,8	207	352	414
32	18,8	237	403	474
34	19,7	271	461	542
36	20,5	308	524	617
38	21,5	349	594	699
40	22,4	395	671	790
42	23,3	444	756	889
44	24,2	498	848	975
46	25	557	947	1115
48	26	621	1056	1242
50	26,9	690	1200	1380
52	27,9	764	1299	1528
54	28,8	843	1434	1686
56	29,7	929	1543	1859
58	30,7	1020	1735	2040
60	31,6	1117	1900	2234

Digitized by Google

Bei 12 Fuß kürzester Widerstandslinie.

Durchmesser des Trichters.	Radien der Wirkungssphären.	Pulverladungen		
		in gelbem Sande.	in Sand mit Kies vermischt.	in fetter Thonerde.
24 Fuß.	16.9 Fuß.	172 Pfd.	294 Pfd.	345 Pfd.
26	17,7	196	333	392
28	18,5	223	380	447
30	19,2	250	425	500
32	20	282	480	565
34	20,8	318	540	636
36	21,7	361	614	722
38	22,5	402	684	805
40	23,3	447	760	894
42	24,2	501	851	1002
44	25,1	559	950	1118
46	26	621	1056	1242
48	27	696	1183	1392
50	27,7	751	1277	1503
52	28,6	827	1406	1654
54	29,5	907	1543	1815
56	30,4	993	1688	1986
58	31,4	1094	1861	2189
60	32,3	1191	2025	2383
62	33,2	1294	2199	2588
64	34,2	1414	2404	2828
66	35,1	1519	2599	3058
68	36	1649	2804	3299
70	37	1791	3044	3582
72	38	1940	3298	3880

Digitized by Google

Bei 14 Fuß kürzester Widerstandslinie.

Durchmesser des Trichters.	Radien der Wirkungssphären	Pulverladungen		
		in gelbem Sande.	in Sand mit Kies vermischt.	in fester Thonerde.
28 Fuß.	19,8 Fuß	274 Pfd.	466 Pfd.	548 Pfd.
30	20,5	304	517	609
32	21,3	341	580	683
34	22	376	640	753
36	22,8	419	712	838
38	23,6	464	790	929
40	24,4	513	873	1027
42	25,2	565	961	1131
44	26,1	628	1068	1257
46	26,9	688	1170	1376
48	27,8	759	1291	1519
50	28,7	835	1421	1671
52	29,5	907	1543	1815
54	30,4	993	1688	1986
56	31,3	1084	1843	2168
58	32,2	1180	2006	2361
60	33,1	1282	2179	2564
62	34	1389	2362	2779
64	34,9	1503	2555	3006
66	35,8	1622	2758	3244
68	36,8	1762	2995	3524
70	37,7	1894	3221	3789
72	38,6	2033	3457	4067
74	39,5	2179	3704	4358
76	40,5	2348	3993	4698
78	41,4	2509	4265	5018
80	42,4	2695	4582	5390
82	43,3	2870	4880	5741
84	44,2	3053	5190	6106

Digitized by Google

Bei 15 Fuß kürzester Widerstandslinie.

Durchmesser des Trichters.	Radien der Wirkungssphären.	Pulverladungen		
		in gelbem Sande.	in Sand mit Kies vermischt.	in fester Thonerde.
30 Fuß.	21,2 Fuß.	337 Pfd.	573 Pfd.	674 Pfd.
32	21,9	372	633	744
34	22,7	411	700	822
36	23,4	454	772	908
38	24,2	501	852	1002
40	25	558	949	1116
42	25,8	607	1032	1214
44	26,6	667	1134	1334
46	27,5	731	1243	1462
48	28,3	801	1359	1602
50	29,2	873	1485	1746
52	30	955	1618	1910
54	30,9	1039	1770	2078
56	31,8	1132	1926	2264
58	32,7	1285	2091	2570
60	33,5	1333	2267	2666
62	34,4	1443	2454	2886
64	35,3	1560	2652	3120
66	36,3	1683	2855	3366
68	37,2	1856	3089	3712
70	38,1	1951	3318	3902
72	39	2101	3564	4202
74	39,9	2249	3873	4498
76	40,9	2410	4097	4820
78	41,8	2645	4497	5290
80	42,7	2755	4685	5510
82	43,7	2941	4954	5982
84	44,6	3135	5330	6270
86	45,5	3338	5675	6676
88	46,5	3550	6035	7100
90	47,4	3772	6413	7544

Digitized by Google

Bei 16 Fuß kürzester Widerstandslinie.

Durchmesser des Trichters.	Radien der Wirkungssphären.	Pulverladungen		
		in gelbem Sande.	in Sand mit Kies vermischt.	in fester Thonerde.
32 Fuß.	22,6 Fuß.	409 Pfd.	696 Pfd.	819 Pfd.
34	23,3	447	760	894
36	24,1	494	841	989
38	24,8	539	916	1078
40	25,6	593	1008	1186
42	26,4	650	1106	1301
44	27,2	711	1209	1423
46	28	776	1319	1552
48	28,9	853	1450	1707
50	29,7	926	1574	1852
52	30,5	1003	1705	2006
54	31,4	1094	1861	2189
56	32,3	1191	2025	2383
58	33,1	1282	2119	2564
60	34	1389	2362	2779
62	34,9	1503	2555	3006
64	35,8	1622	2758	3244
66	36,7	1747	2971	3495
68	37,6	1879	3195	3659
70	38,5	2017	3430	4035
72	39,4	2162	3676	4325
74	40,3	2314	3934	4628
76	41,2	2472	4203	4945
78	42,1	2638	4485	5277
80	43,1	2831	4812	5662
82	44	3012	5120	6024
84	44,9	3200	5441	6401
86	45,9	3419	5813	6838
88	46,8	3624	6161	7249
90	47,8	3861	6565	7723
92	48,7	4084	6943	8168
94	49,6	4314	7335	8629
96	50,6	4581	7787	9162

Digitized by Google

Bei 18 Fuß kürzester Widerstandslinie.

Durchmesser des Trichters.	Radien der Wirkungssphären.	Pulverladungen		
		in gelbem Sande.	in Sand mit Kies vermischt.	in fester Thonerde
36 Fuß.	25.4 Fuß.	583 Pfd.	991 Pfd.	1166 Pfd.
38	26,2	635	1081	1271
40	26,9	688	1179	1376
42	27,7	751	1277	1503
44	28,4	809	1376	1619
46	29,2	880	1496	1760
48	30	954	1623	1909
50	30,8	1033	1756	2066
52	31,6	1115	1896	2231
54	32,4	1202	2044	2405
56	33,3	1305	2219	2611
58	34,1	1402	2383	2804
60	35	1516	2577	3032
62	35,9	1636	2781	3272
64	36,7	1747	2971	3495
66	37,6	1879	3195	3759
68	38,5	2017	3430	4035
70	39,3	2146	3648	4292
72	40,2	2297	3905	4594
74	41,1	2454	4173	4909
76	42	2619	4453	5239
78	42,9	2791	4746	5583
80	43,8	2971	5051	5942
82	44,7	3158	5368	6316
84	45,7	3374	5737	6749
86	46,6	3578	6083	7156
88	47,5	3789	6442	7579
90	48,4	4009	6815	8018
92	49,4	4262	7246	8525
94	50,3	4500	7650	9000
96	51,2	4746	8068	9492
98	52,2	5029	8550	10059
100	53,1	5294	9000	10588
102	54,1	5599	9518	11198
104	55	5883	10001	11766
106	56	6209	10556	12419
108	56,9	6514	11074	13028

Digitized by Google

Bei 20 Fuß kürzester Widerstandslinie.

Durchmesser des Trichters.	Radien der Wirkungssphären.	Pulverladungen in gelbem Sande.	in Sand mit Kies vermischt.	in fester Thonerde.
40 Fuß.	28,3 Fuß.	810 Pfd.	1357 Pfd.	1620 Pfd.
42	29	862	1465	1724
44	29,7	929	1579	1858
46	30,5	1000	1701	2000
48	31,3	1078	1832	2156
50	32	1160	1972	2320
52	32,8	1247	2121	2494
54	33,6	1338	2229	2676
56	34,4	1440	2448	2880
58	35,2	1544	2671	3088
60	36	1656	2817	3312
62	36,9	1774	3017	3548
64	37,7	1899	3229	3798
66	38,6	2031	3453	4062
68	39,5	2169	3688	4338
70	40,3	2314	3936	4628
72	41,2	2465	4197	4930
74	42	2630	4471	5260
76	42,9	2799	4758	5598
78	43,8	2976	5059	5952
80	44,7	3161	5376	6322
82	45,6	3365	5704	6720
84	46,5	3558	6049	7116
86	47,4	3770	6409	7540
88	48,3	3990	6784	7980
90	49,2	4221	7173	8442
92	50,2	4461	7583	8922
94	51	4710	8012	9420
96	51,9	4970	8449	9940
98	52,9	5240	8908	10480
100	53,8	5520	9384	11040
102	54,7	5814	9879	11622
104	55,6	6113	10390	12226
106	56,5	6425	10920	12850
108	57,2	6749	11470	13498
110	58,5	7085	12040	14170
112	59,5	7432	12630	14864
114	60,4	7791	13220	15582
116	61,4	8162	13870	16324
118	62,3	8549	14530	17092
120	63,2	8942	15200	17884

Digitized by Google

Zu den überladenen Minen gehören auch die, bei denen man, um Zeit und Arbeit zu sparen, das Versetzen oder Verdämmen der Minenkammer unterläßt, das dadurch verloren gehende expansible Gas aber durch Verstärkung der Ladung zu ersetzen sucht. Die Bemerkung: daß der Widerstand der freien Luft mit der Geschwindigkeit und Menge einer andern, gegen sie stoßenden, elastischen Flüssigkeit wächst; und daß die letztere aus dem entzündeten Schießpulver erzeugt, eine fast unendliche Geschwindigkeit hat, gab zuerst die Veranlassung zu jener Idee, die auch durch die fürchterlichen Explosionen des, so gut als im Freien entzündeten Pulvers bestätiget wird. Siebenzehn mit Pulver beladene Wagen entzündeten sich im Jahr 1727, als sie eben durch das Thor la Canette fahren wollten, weil das auf dem Pflaster verstreuete Pulver durch die Funken aus den Hufeisen der Pferde Feuer bekam. Die Wirkung war so groß: daß der Wall des Ravelins, mit der daran liegenden Contregarde gänzlich vernichtet und der Graben völlig ausgeschüttet ward. Vier Pulverwagen, die sich neuerlich in Eisenach auf der Straße entzündeten, zerstörten durch ihre Explosion nicht nur alle Gebäude auf beiden Seiten der Straße, sondern drückten auch die Wände der, jenseits zweier parallelen Straßen stehenden Häuser ein. Belidor, dem jene Bemerkung nicht entgangen war, ließ deshalb 1759 in gelber Lehmerde eine Minenkammer, zu der man durch einen Gang mit 4 kurzen Schlägen (oder Wendungen) gelangte, bei 8 Fuß kürzester Widerstandslinie mit 268 Pfund Pulver laden, und bekam einen 9 Fuß tiefen, 30 Fuß weiten Trichter. Aehnliche Versuche, im Jahre 1801 von dem Major Mouzé zu Metz angestellt, gaben gleiche Resultate (s. Schachtminen), wie aus umstehender Tafel hervorgeht, wo die zu zerstörenden Schächte 10 Fuß von den geladenen Minen entfernt waren.

Digitized by Google

Weite des Schachtes.	Pulverkasten. Grundfläche.	Pulverkasten. Höhe.	Tiefe des Schachtes	Ladung in Pfunden	Verhältniß der Ladung zur Verdammung.	Wirkung der Minen.
□ Fuß.			Fuß.			
$4\frac{2}{3}$	120″	17″	14	76	1 : 1	Der Versatz ward mit Gewalt aus dem Schacht bis auf 50 Fuß hoch geschleudert, und der 10 Fuß davon entfernte Schacht auch 10′ hoch, von unten an, eingedrückt.
$4\frac{2}{3}$	120″□	$21\frac{4}{12}$″	14	95	$1\frac{1}{4}$: $\frac{2}{3}$	Die Wirkung war weit heftiger; es ward ein 6 Fuß tiefer Trichter ausgehoben.
$4\frac{2}{3}$	120″□	$25\frac{1}{3}$″	14	114	$1\frac{1}{2}$: $\frac{1}{3}$	Eben so.
9	256″□	16″	14	152	2 : 0	Anstatt allen Versatzes war eine Kammer neben der Sohle des Schachtes angebracht, die mit einer Thüre von eichenen Dielen verschlossen und abgesteift war. Die Wände des großen Schachtes waren eingedrückt, wie bei dem erstern Versuch; die Wirkung aber war etwas geringer, als bei dem zweiten und dritten.
$4\frac{2}{3}$	Die Ladung in 10 Säcken.		14	230	3 : 0	Die Wirkung war vollkommen; es entstand ein ovaler Trichter.
$4\frac{2}{3}$	Eben so.		14	176	$2\frac{1}{3}$: 0	Dieselbe Wirkung.

Hieraus erhellet: daß man mit den hier aufgeführten doppelten Ladungen unter allen Umständen die neben liegenden feindlichen Gallerien eindrücken kann.

Nicht immer ist es jedoch vortheilhaft: durch übermäßig verstärkte Ladungen auch ungeheure Resultate zu erzwingen. Wenn dem Belagerer daran liegt: durch seine Druckkugeln die Gänge der Contreminen einzustürzen, muß der ganze Zweck des Belagerten seyn: blos die Angriffsarbeiten des Feindes auf dem Glacis zu zerstören, ohne doch durch weite Trichter jenem fertige Logementer zu bereiten.

Digitized by Google

Die Ladungen der Vertheidigungsminen müssen deshalb schwächer angeordnet werden, wie aus folgender, nach Belidor berechneten Tafel erhellet.

Ladungen.	Radius der Wirkungssphäre.		
	In gelber Sanderde.	In Sand mit Kies vermischt	In festem Thon.
50 ℔	11,2 Fuß.	9,4 Fuß.	8,9 Fuß.
70	12,5	10,5	9,9
100	14,1	11,8	11,2
120	15	12,5	11,9
150	16,2	13,5	12,8
170	16,8	14,1	13,4
200	17,8	14,9	14,1
220	18,3	15,4	14,6
250	19,1	16	15,2
270	19,3	16,5	15,6
300	20,7	17	16,1
350	21,4	17,9	17
400	22,3	18,8	17,8
450	23,3	19,5	18,5
500	24,1	20,2	19,1
600	25,2	21,5	20,3
700	27	22,6	21,4
800	28,2	23,6	22,3

Finden die Minen ein schon durch vorher gesprengte Kammern zerrissenes Terrain, oder liegen sie unter alten Trichtern, wie bei Etagenminen immer der Fall ist: muß dies ebenfalls bei Bestimmung der kürzesten Widerstandslinie berücksichtiget und die Ladung verringert werden, um nicht mehr Pulver zu verbrauchen, als nur eben zu der verlangten Wirkung nöthig ist. Die Kammern des obern Stockwerkes E bekommen hier die volle einfache Ladung, die ihrer k. W. L. entspricht; ja, sie können noch um 4 bis 8 Pfund überladen werden, um ihre Wirkung zu verstärken, die größtentheils gegen d. Fig. 170. Tab. XIV. gehen wird, wo sich der schon vorher ausgesprengte und wieder zugefüllte Trichter befindet. Die Kammern des zweiten, oder untern Stockwerkes aber, G. Fig. 169. werden, nach Mouzé, ihren Zweck hinreichend erfüllen, wenn man die, ihrer k. W. L. (20 Fuß) entsprechende Ladung auf 0,66 verringert, weil sie auf einen schon zum Theil zerrissenen und lockern Boden wirken sollen. Man könnte sie bis auf die Hälfte herabsetzen, wenn sie nicht zugleich mit den Erdkegel DEF des wieder zugefüllten vordern Trichters FC heraus werfen sollten. Dieser

Erdkegel erfordert die Hälfte der, der Mine E zugehörenden Ladung; da sich diese nun zu der Ladung von G verhält, wie 1 zu 8, wird man zu G noch 0,06 dieser Ladung hinzufügen müssen, und daher für die ganze Ladung 0,5 + 0,06 bekommen, wo man zu mehrerer Sicherheit 0,66 annehmen kann.

Die Grundsätze, welche bei Bestimmung der Ladungen für die Defensionsminen leiten müssen, sind demnach: 1) daß sie keine größere Trichter auswerfen, als deren Durchmesser doppelt so groß, wie die kürzeste Widerstandslinie ist. Bei dieser Ladung sind die, um das Doppelte der k. W. L. von der Mine entfernten Gallerien gegen das Zusammendrücken gesichert. Wollte man jedoch die Ladungen noch mehr verkleinern, würden bei 10 bis 16 Fuß k. W. Linie auch die Wirkungen gegen die feindlichen Arbeiten zu sehr verringert werden. 3) Bei einer, 26 Fuß übersteigenden k. W. L. werden die Ladungen schon sehr stark, und die Trichter sehr weit und tief. Man muß jene verringern, um dem Feinde weniger Vortheile durch die ausgehobenen Trichter zu gewähren.

Die Verringerung der Ladungen findet auch bei den gemeinschaftlich springenden Minen statt, sobald ihre Trichter sich um soviel durchkreuzen: daß ein Theil der Ladung auf den gemeinschaftlichen Kegel gerechnet werden kann. Es kommt demnach hier nur darauf an: den Erdkeil zu bestimmen, der von den Umkreisen beider Trichter ausgeschnitten wird. Dieses aber erfordert weitläuftige Berechnungen, bei denen man zur Erleichterung voraussetzen muß: daß der Minentrichter ein in der Mitte seiner Höhe abgestumpfter Kegel, und daß seine Höhe dem Radius seiner Grundfläche gleich ist.

Setzt man demnach ABbd und HefG für die beiden Minentrichter (Fig. 171. Tab. XIII.), deren obere Oeffnungen AB und HG sich um die Größe HB = n durchschneiden: so wird HB = nr, wenn AC = BC = r.

HBK ist der, beiden Trichtern gemeinschaftliche Erdkeil, der durch die senkrechte Fläche RO in zwei Abschnitte Amna getheilt wird, deren jeder aus der Hyperbel amn, dem Kreisabschnitt Anm, und der converen Fläche des Kegels besteht. Das Doppelte dieses Abschnittes giebt den begehrten Inhalt des Erdkeiles HBK.

Man gedenke sich nun den Abschnitt, als aus unendlichen Elementen bestehend, deren Grundflächen mit der hyperbolischen Fläche amn gleichliegend sind, und deren Höhe zusammengenommen = pB ist; man setze ferner ap = x, pm = y, die halbe große Axe ac = ½a, die halbe kleine Axe cS = ½b; so ist in Beziehung auf diese beiden Axen die Gleichung der Hyperbel $y^2 = \frac{b^2}{a^2}(ax + x^2)$.

Da auch das Flächen-Element einer krummen Linie, das die

doppelte Ordinate zur Grundfläche und einen unendlich kleinen Theil der Abscisse zur Höhe hat, 2ydx ist, so wird 2. S. ydx die Fläche der Hyperbel, wenn man für y seinen Werth setzt. Man bekommt daher für die Fläche der Hyperbel $s = 2.S.ydx = \frac{2b}{a}.S.(ax+x^2)^{\frac{1}{2}}dx$. Durch Entwickelung des Faktors wird

$$(ax+x^2)^{\frac{1}{2}}dx = (a^{\frac{1}{2}}x^{\frac{1}{2}}dx + \frac{1}{2}a^{-\frac{1}{2}}x^{\frac{3}{2}}dx - \frac{1}{8}a^{-\frac{3}{2}}x^{\frac{5}{2}}dx + \frac{1}{16}a^{-\frac{5}{2}}x^{\frac{7}{2}}dx - \frac{15}{384}a^{-\frac{7}{2}}x^{\frac{9}{2}}dx + \text{&c.})$$

dieses in den Werth von S. gesetzt, wird

$$s = \frac{2b}{a}.S.(a^{\frac{1}{2}}x^{\frac{1}{2}}dx + \frac{1}{2}a^{-\frac{1}{2}}x^{\frac{3}{2}}dx - \frac{1}{8}a^{-\frac{3}{2}}x^{\frac{5}{2}}dx + \frac{1}{16}a^{-\frac{5}{2}}x^{\frac{7}{2}}dx - \frac{15}{384}a^{-\frac{7}{2}}x^{\frac{9}{2}}dx + \ldots.)$$

hieraus bekommt man durch Integriren

$$s = \frac{2b}{a}\left[\frac{2}{3}a^{\frac{1}{2}}x^{\frac{3}{2}} + \frac{1}{5}a^{-\frac{1}{2}}x^{\frac{5}{2}} - \frac{1}{28}a^{-\frac{3}{2}}x^{\frac{7}{2}} + \frac{1}{72}a^{-\frac{5}{2}}x^{\frac{9}{2}} - \ldots.\right] + C.$$

Da jedoch x der gemeinschaftliche Factor ist, wird die Integrale Null, wenn $x = o$. Folglich ist $o = o + C$; nämlich Null für die stetige Größe, wo man dem Ausdruck von Nichts hinzufügen darf. Man erhält vielmehr blos

$$s = \frac{2b}{a}\left[\frac{2}{3}a^{\frac{1}{2}}x^{\frac{3}{2}} + \frac{1}{5}a^{-\frac{1}{2}}x^{\frac{5}{2}} - \frac{1}{28}a^{-\frac{3}{2}}x^{\frac{7}{2}} + \frac{1}{72}a^{-\frac{5}{2}}x^{\frac{9}{2}} - \ldots.\right]$$

für jede hyperbolische Fläche des Abschnittes, wenn man anstatt a, b und x ihren relativen Werth setzt. Um aber in der Gleichung nur eine veränderliche Größe zu haben, nehme man aus den ähnlichen Dreiecken ACS und Sca das Verhältniß

$$AC : CS = Sc : ca;$$

da nun $CS = 2AC$, ist auch $ca = 2Sc$, oder $\frac{1}{2}a = b$; folglich $a = 2b$. Es ist aber $Sc = Cp = BC - Bp$; setzt man demnach $Bp = Z$, wird $\frac{1}{2}b = (r-Z)$, daher $b = 2.(r-Z)$ und $a = 4.(r-Z)$. Ferner geben die ähnlichen Dreiecke aBp und BSC,

$$Bp : pa = BC : CS;$$

da nun $CS = 2AC = 2BC$, wird $pa = 2pB$, oder $x = 2Z$ seyn. Alle diese für a, b und x gefundenen Werthe in die obige Gleichung gesetzt, giebt

$$s = \frac{2}{3}2(r-Z)^{\frac{1}{2}}(2Z)^{\frac{3}{2}} + \frac{1}{5}4(r-Z)^{\frac{1}{2}}(2Z)^{\frac{5}{2}} - \frac{1}{28}4(r-Z)^{-\frac{1}{2}}(2Z)^{\frac{7}{2}} + \frac{1}{72}4(r-Z)^{-\frac{3}{2}}(2Z)^{\frac{9}{2}} - \ldots.,$$

Die verschiedenen Größen geben durch ihre Entwickelung:

$$(r-Z) = r - \frac{1}{2} r^{-\frac{1}{2}} Z - \frac{1}{8} r^{-\frac{1}{2}} Z^2 - \frac{3}{48} r^{-\frac{3}{2}} Z^3 - \ldots\ldots$$

$$(r-Z) = r + \frac{1}{2} r^{-\frac{1}{2}} Z + \frac{3}{8} r^{-\frac{1}{2}} Z^2 + \frac{15}{48} r^{-\frac{5}{2}} Z^3 + \ldots\ldots$$

$$(r-z) = r + \frac{3}{2} r^{-\frac{1}{2}} Z + \frac{15}{8} r^{-\frac{7}{2}} Z^2 + \frac{105}{48} r^{-\frac{9}{2}} Z^3 + \ldots\ldots$$

$$(r-Z) = r + \frac{5}{2} r^{-\frac{1}{2}} Z + \frac{35}{8} r^{-\frac{9}{2}} Z^2 + \frac{315}{48} r^{-\frac{11}{2}} Z^3 + \ldots\ldots$$

Setzt man diese Werthe für S, ordinirt und reduzirt man sie: so bekommt man für die Fläche jeder Hyperbole

$$S = \frac{2}{3} 2 r^{\frac{1}{2}} r^{\frac{1}{2}} Z - \frac{7}{15} 2 r^{\frac{1}{2}} r^{-\frac{1}{2}} r^{\frac{1}{2}} Z - \frac{71}{420} 2 r^{\frac{1}{2}} r^{-\frac{1}{2}} r^{\frac{1}{2}} Z - \text{ꝛc.}$$

wo man nur eine veränderliche Größe hat. Durch Multipliziren mit der Höhe des Elementes dz, und durch Integriren jeden Gliedes wird der Inhalt des Abschnittes

$$= \frac{4}{15} 2 r^{\frac{1}{2}} r^{\frac{1}{2}} Z - \frac{2}{15} 2 r^{\frac{1}{2}} r^{-\frac{1}{2}} r^{\frac{1}{2}} Z - \frac{71}{1890} 2 r^{\frac{1}{2}} r^{-\frac{1}{2}} r^{\frac{1}{2}} Z - \text{ꝛc.}$$

Da dieser Ausdruck Null wird, wenn $Z = 0$; darf man keine beständige Größe hinzufügen. Setzt man aber $Z = \frac{1}{2} n r$, so bekommt man den ganzen Inhalt des Abschnittes $AnmB =$

$$r^3 \left(\frac{4}{15} n^{\frac{1}{2}} - \frac{2}{15} (\tfrac{1}{2})^2 n^{\frac{3}{2}} - \frac{71}{1890} (\tfrac{1}{2})^3 n^{\frac{5}{2}} - \text{ꝛc.} \right.$$

der verdoppelt den gemeinschaftlichen Erdkeil der beiden Trichter giebt, und allgemein gilt, wenn man für n in Theilen des Halbmessers der Trichter die Größe setzt, um welche sie übereinander fallen.

Gumperz hat nach dieser Formel die nachstehenden Resultate gefunden, welche den Inhalt eines, zwei Minentrichtern gemeinschaftlichen Erdkeiles in Dezimaltheilen des Würfels der kürzesten Widerstandslinie geben, wenn die Trichter einander mit einem bestimmten Theile ihres Durchmessers decken. Da sich nun die Ladungen einfacher Minen wie die Würfel der k. W. L. verhalten, läßt sich alsdann leicht die von der Ladung beider Minen abzuziehende Pulvermenge berechnen.

Digitized by Google

Theile des Halbmessers, um welche die Trichter einander decken.	Inhalt des beiden gemeinschaftlichen Erdkeiles, wenn die k. W. Linie — R.
$\frac{1}{4}$	0,016 R^3
$\frac{1}{2}$	0,032 —
$\frac{3}{4}$	0,091 —
1	0,177 —
$1\frac{1}{4}$	0,247 —
$1\frac{1}{2}$	0,466 —
$1\frac{3}{4}$	0,770 —
2	0,880 —
$2\frac{1}{4}$	1,105 —
$2\frac{1}{2}$	1,336 —
$2\frac{3}{4}$	1,443 —

Die Fladderminen können ihrer Natur nach und wegen ihrer nur kurzen k. W. L. keine starken Ladungen bekommen. Sobald sie jedoch nicht in der Nähe von Gallerien liegen, sondern blos zu Vertheidigung des Glacis, oder einer Feldschanze angewendet werden: ist es vortheilhafter, ihre Ladungen zu verstärken, um eine grössere Wirkung hervorzubringen. Man würde demnach anstatt $12\frac{1}{2}$ Pfund der Ladung für 5 Fuß k. W. L. in lockerer Sanderde, 56 Pfund nehmen müssen, um einen 20 Fuß weiten Trichter herauszuwerfen, und durch diese vergrößerte Wirkung einen stärkeren Eindruck auf das Gemüth des Feindes zu machen. Da man in lockerer Erde 100 Pfd. Ladung auf 10 Fuß k. W. L. nöthig hat, kann man auf die schon oben angegebene Weise leicht die Ladungen für kürzere Linien des geringsten Widerstandes durch Kubiren der Explosions-Radien finden. Beistehende Tafel ist für den Gebrauch hinreichend.

Digitized by Google

Kürzeste Widerst. Linie. Fuß.	Durchmesser des Trichters Fuß.	Explosions-Radius. Fuß.	Pulverladungen. In lockrer Sanderde. Pfund	Sandige Erde mit Kies. Pfund.	Feste Thonerde. Pfund.
2	4	2,83	0,807	1,37	1,61
	8	4,47	3,19	5,43	6,38
	12	6,32	8,94	15,34	18,04
3	6	4,24	2,724	4,63	5,45
	12	7,32	12,08	20,6	24,2
	18	9,48	30,45	51,8	60,9
4	8	5,65	6,45	10,9	12,9
	16	8,94	25,52	43,4	51,1
	24	12,64	72,18	122,7	144,3
5	10	7,0	12,5	21,2	25,0
	20	11,1	49,4	83,4	98,8
	30	15,8	139,7	237,5	279,4
6	12	8,5	21,7	36,4	43,4
	24	13,4	85,0	144,6	170,1
	36	19,0	242,5	412,3	485,0
7	14	9,9	34,3	58,3	68,6
	28	15,7	136,8	232,6	273'6
	42	22,1	381,6	648,8	763,3
8	16	11,3	51,0	86,7	102,0
	32	17,9	202,8	344,7	405,6
	48	25,3	572,6	473,4	1145
9	18	12,7	72,4	123	145
	36	20,1	287	488	575
	54	28,5	818	1391	1637

Die Ladung wird in einen gut verpichten hölzernen Kasten, oder auch in einen großen irdenen Krug geschüttet, wenn man das Anziehen der Feuchtigkeit in einem nassen Boden befürchten müßte. Bei den Fladderminen kann man sich auch mit Vortheil der eingegrabenen Bomben oder schweren Granaten bedienen, die man eben so, wie die Pulverkasten, eingräbt, und vermittelst eines, bis in den Graben der Verschanzung geführten Leitfeuers zündet. Die Tiefe, in welcher sie unter der Erde liegen können, ist 2 bis 3 Fuß; denn da die zehnzollige Bombe 10 Pfund, und die zwölfzollige Bombe 17 Pfund Pulver faßt, jene aber von 3 und die letztere von 5 Pfund gesprengt wird bleiben hier 12 und dort 7 Pfund übrig, die bei 2 Fuß Tiefe

oder k. W. L., in leichtem Boden einen beinahe 12 Fuß weiten Trichter auswerfen und noch durch die herumfliegenden Bombenstücken schaden wird. Man verfuhr auf diese Weise 1797 bei der Vertheidigung von Kehl, vereinte aber hier 8 Bomben (jede mit 17 Pfd. Pulver geladen) in einem flachen Kasten, dessen Ladung folglich 136 Pfund betrug, und den man 5 Fuß tief eingrub, weil man wegen des Wassers nicht tiefer gehen konnte. Da der Kasten im Lichten 36 Zoll weit war, blieb in der Mitte ein gevierter Raum für einen kegelförmigen Sack, dessen weite Oeffnung die nach den einzelnen Bomben gehenden Zündfeuer faßte, die andere enge Oeffnung aber an die Pulverwurst befestiget war. Kasten und Leitrinnen waren doppelt, und inwendig und auswendig mit Pech bestrichen. Drei solche Kasten machten immer ein Ganzes, das bei 408 Pfd. Ladung hinreichende Wirkung that, um die stürmenden Bestreicher zurück zu schrecken, und sie zu einem förmlichen Angriff zu nöthigen.

Die Ladungen der Quetscher oder Dampfminen (Camouflets) werden eben so, wie die gewöhnlichen Minenladungen gefunden, indem man den Würfel des Explosionsradii und die Ladung einer einfachen Mine zum Grunde legt, und die vermuthete Entfernung des Minenganges von dem feindlichen als die k. W. L. für die gesuchte Ladung annimmt. (S. Dampfminen.)

Lage der Festungen (l'assiete) wird zwar an sich durch die militairisch, oder vielleicht politisch wichtigen Punkte eines Staates bestimmt; doch muß die vortheilhafte oder nachtheilige Beschaffenheit des Terrains (Site) dabei eben so sehr berücksichtiget werden. Es ist nicht genug: daß man unbedingt irgend einen Punkt zu Anlegung einer Festung bestimmt; man muß auch zusehen: ob nicht vielleicht die Nachtheile der Lage so groß sind, daß sie die Vortheile überwiegen, und den Bau dadurch nutzlos, oder wohl gar schädlich machen? Es kommen hierbei zuvörderst sechs Gegenstände in Erwägung:

1) Die Beschaffenheit der Luft; denn man hat wenig Gewinn, wenn man anstatt einer Festung einen Kirchhof für die Soldaten anlegt, wo durch die ungesunden Ausdünstungen eines sumpfigen Bodens eine, selbst starke Besatzung in wenig Wochen beinahe auf Nichts herab sinkt. Könnte man es dennoch nicht vermeiden: aus bewegenden Ursachen einen solchen Ort zu befestigen: so suche man den Nachtheilen vielleicht durch Austrocknung der sumpfigen Stellen, oder durch andere künstliche Mittel abzuhelfen. Dann erbaue man hier keine große, eine starke Besatzung erheischende Festung, und lasse jene, so oft es immer möglich ist, ablösen.

2) Die Fruchtbarkeit oder Unfruchtbarkeit des Bodens. Jene giebt Gelegenheit: alle Bedürfnisse des Lebens, die den Wohlstand, und folglich auch die Gesundheit und Kraft des Soldaten fördern, in der Nähe zu finden. Man darf die Lebensmittel nicht mit großer Beschwerde und Kosten aus der Ferne herbei hohlen, wenn man mit einer Belagerung bedroht wird, und es wird dem Feinde nicht so leicht: die Festung anzugreifen, ehe sie Zeit hatte, sich gehörig zu versorgen. Unter den ersten und unentbehrlichsten Dingen aber steht das Wasser oben an; man muß nie einen Ort befestigen, wo es an diesem fehlet. Es ist sogar nicht genug: wenn eine Festung blos mit Röhrwasser versorgt ist, weil dieses von dem Feinde abgeschnitten werden kann. Man muß entweder gute und reichlich fließende Brunnen haben, oder ihren Mangel durch hinreichend große und bombenfeste Cisternen ersetzen.

3) Muß das Terrain die Verbindung mit auswärts erleichtern, sowohl in Hinsicht der Herbeischaffung der Mund- und Kriegsvorräthe, als der bequemen Gelegenheit: die Festung durch Truppen zu verstärken oder vielleicht gar zu entsetzen. Dieser Absicht entspricht vorzüglich die Lage an großen, schiffbaren Flüssen, wie Herzogenbusch, Bergen op Zoom, Magdeburg, Kölln, Wesel; oder an der See, wie Gibraltar, Candia, Danzig. Allerdings erleichtert eine solche Lage dem Feinde auch die Herbeischaffung der Belagerungsbedürfnisse; dagegen erschwert sie ihm die Einschließung der Festung mit wenigen Streitkräften, wie es in sumpfigen und gebürgigen Gegenden möglich ist. Orte, die ganz von Wasser umgeben sind, wie Mantua, oder die auf hohen und steilen Bergen liegen, wie Königstein in Sachsen und mehrere Schlösser in Tyrol, erschweren zwar den feindlichen Angriff, sind aber dafür leicht von aller Verbindung mit außen abzuschneiden, und gewähren keine Gelegenheit zu offensiver Vertheidigung.

4) Darf die Beschaffenheit des Terrains den feindlichen Angriff nicht begünstigen und erleichtern. Es dürfen sich demnach in der Nähe der Festung — d. h. nicht unter 1000 Schritt — weder beherrschende Anhöhen, gegen die man sich nicht schützen kann, noch auch Vertiefungen finden, die den Feind gegen das Feuer derselben bedecken. Nahe und bedeutende Höhen, von denen man in die Stadt schießen kann, sind am gefährlichsten; man muß sich ihrer durch starke Werke und durch eine ununterbrochene Gemeinschaft mit denselben versichern. Gegen Einen beherrschenden Punkt kann man sich leicht decken; gegen mehrere und auf verschiedenen Seiten liegende aber wird dies schwerer. Es bleibt einem hier nichts übrig, als die schädlichen Höhen abzutragen, im Fall sie aus Erde bestehen; oder wenn dies nicht angeht: sich durch oben bedeckte, d. h. kasemattirte Werke

zu schützen; oder aber sich von ihnen zu entfernen. Selbst wenn sie wegen ihrer Höhe und Stärke unzugänglich schienen, findet der Feind doch wohl Mittel: schwere Kanonen hinauf zu bringen und die Festung dadurch zur Uebergabe zu zwingen, wie bei Montmelian 1600, bei Besançon 1674, dem Schlosse von Freiburg 1677. Erschwert in diesem Falle das, die Festung zunächst umgebende Terrain durch Sümpfe, Ueberschwemmungen, oder durch einen Felsenboden, die Annäherung des Feindes, wird der Nachtheil, eingesehen zu seyn, dadurch zum Theil aufgehoben. Man muß daher immer die Vortheile und Nachtheile der Lage (Site) gegen einander auf die Wage legen, um nicht einen Ort zu befestigen, der nachher keinen, seinen Baukosten angemessenen Widerstand zu leisten vermag. Ein Boden endlich, der sich leicht mit der Schaufel bearbeiten läßt, der daher weder sumpfig und naß ist, noch aus Flugsand, oder aus Felsen und Steinen bestehet, begünstiget allerdings die feindlichen Belagerungsarbeiten. Allein, dieser Nachtheil kann nicht berücksichtiget werden, denn man findet nur selten eine Lage, wie die von Gibraltar, wo sich alle Umstände die Hand bieten: das Widerstandsvermögen zu erhöhen.

5) Die Hülfsmittel, welche die Lage in diesem letzteren Betracht darbietet, finden bald in größerer, bald in geringerer Menge statt, und in dem Maaße ist auch der Ort als mehr oder weniger vortheilhaft anzusehen. Es finden aber 5 verschiedene Lagen der Festungen statt: a) in flachem Lande, b) in wasserreichem Boden, c) auf Bergen, d) theils im Thale, theils auf dem Berge, oder auf Bogen von verschiedener Höhe; e) in ganz vermischtem Boden.

a) Die flache, von keinem Gewässer durchschnittene, von keinen Höhen beengte Gegend, bietet bei dem Festungsbau dem Erfindungsgeiste des Ingenieurs freien Spielraum dar. Hier kann er ungehindert jede Manier wählen, die er für die beste hält; hier kann er Werke auf Werke häufen, in sofern es ihm die Staatskräfte verstatten, um — ein Meisterstück der graphischen Kunst zu vollenden, und dem Feinde bei durchaus gleicher Stärke aller Fronten auch freie Wahl über den Angriffspunkt lassen. Neu Breisach bietet uns ein Beispiel einer solchen Lage dar, wo es eine unerläßliche Bedingung zu seyn scheint: wenigstens einige Polygone mit Defensivminen zu versehen, und überhaupt die Annäherungshindernisse nach Möglichkeit zu vervielfältigen.

b) Enthält die zu Anlegung einer Festung bestimmte Ebene einen oder mehrere Flüsse: so geben sie Gelegenheit zu Verstärkungen, die man ohne sie entbehren müßte, wie schon an einem andern Orte gesagt worden (Artik. Fluß). Die vielleicht vorhandenen Sümpfe oder leicht zu veranstaltenden Ueberschwem-

Digitized by Google

mungen sichern die hinter ihnen liegenden Polygone, daß man weniger Mühe und Kosten auf ihre Befestigung wenden darf; wenn man die schmalen Zugänge aus mehreren Punkten bestreichen und der Feind sich nur auf Fahrzeugen nähern kann. Philippsburg, Peronne, La Fère, Spandau gehören in diese Kathegorie. Der wesentlichste Vortheil größer, von einem bedeutenden Fluß durchschnittenen Festungen ist die Ausdehnung der feindlichen Belagerungstruppen, durch die es der Besatzung leicht wird: irgend einen schwachen Theil derselben in einem Ausfalle zu überwältigen, und dadurch ihre Fortschritte zu hindern; oder gar herauszubrechen, und anderwärts zu wirken, wenn die Festung keinen langen Widerstand mehr zu leisten vermag.

c) Diesen Vortheil findet man auch in Gebirgsgegenden, wo das umliegende Terrain von steilen und tiefen Gründen durchschnitten wird, und wo folglich das Einschließungskorps, um alles zu besetzen, nicht auf allen Punkten gleich stark seyn kann, um dem herbeikommenden Entsatz zu widerstehen. Eine solche Lage aber gewährt auch nur wenig Raum, und die hier angelegten Festungen können höchstens zu Bewahrung eines Flusses dienen. Größere Bergflächen erlauben zwar: der Festung einen größeren Umfang zu geben, haben jedoch öfters den Fehler: daß sich genug freies Terrain um sie herum findet, wo der Feind seine Laufgräben eben so bequem führen kann, wie in der Ebene. Oder, um einen im Thale fließenden, schiffbaren Strom zu bewahren, hat man die Festung zwischen die Berge einengen und einen Theil der letztern mit einnehmen müssen, weil sie durch ihre Höhe und Nähe den Befestigungswerken gefährlich werden.

d) Diese Lage ist beinahe die schlechteste unter allen; denn es wird nicht wenig Mühe kosten, ja bisweilen ganz unmöglich seyn: überall das Einsehen und Beschießen der Werke zu hindern. Befinden sich die Berge gerade vor letztern: muß man die oben (s. Artik. Abstecken) gegebenen Vorschriften befolgen, und nächstdem sich der Berge durch besondere Werke versichern, um den Feind dadurch zu nöthigen: daß er seinen Angriff von weitem anfangen muß, und nicht unmittelbar nach der Einschließung der Festung den Hauptwall zu beschießen anfangen kann. Namur, so wie es 1746 am Fuße einer Reihe steiler Berge erbauet war, kann hier zum Beispiel dienen. Die Franzosen mußten sich vorher der auf den Bergen liegenden Redouten bemeistern, ehe sie in den, unterhalb der Stadt an der Maaß liegenden Gärten vorgehen und das Hornwerk angreifen konnten; in das sie mit einer jenseits des Flusses liegenden Batterie Bresche geschossen hatten. Aehnliche Vorwerke FG sind nöthig: wenn sich die Festung von dem Berge, auf dem Hange desselben herabzieht, Fig. 6. Tab. II., wie ebenfalls schon oben (l. c.) gesagt worden. Wird aber das Innere der Festung von den an-

Digitized by Google

liegenden Höhen ganz eingesehen: dann müßte auf letzteren selbst ein Werk von möglichster Widerstandsfähigkeit erbauet werden, dessen sich der Feind entweder nicht vor Eroberung der Festung, oder doch nur mit vieler Anstrengung und Zeitverlust bemächtigen kann.

6) Da immer eine Lage der Festung den Bau mehr erleichtert, und folglich die Baukosten verringert, als die andere, indem sie entweder weniger Werke erheischt, oder einen bessern Baugrund darbietet, oder die Baumaterialien mehr in der Nähe hat; ist hierauf ebenfalls Rücksicht zu nehmen, wenn anders nicht unwiderruflich durch die Umstände bestimmt ist. Man wird demnach solche Orte vermeiden müssen, wo ein sumpfiger Boden kostbare Pfahlröste erfordert; wo man die Gräben in Felsen arbeiten und vielleicht die Erde zu den Brustwehren erst angefahren werden muß; oder wo ein leichter Flugsand den aufgeführten Wällen keine Dauer verspricht. Oft bedarf es blos einer kleinen Abänderung der Lage, um einen bedeutenden Theil der Baukosten zu ersparen, und die Arbeit in weit kürzerer Zeit zu vollenden. S. Abstecken, Berge, Flüsse, Sümpfe.

Läger, verschanzte (Camps retranchés), werden bisweilen in der Nähe zu kleinerer Festungen angelegt, durch die man einen besondern Zweck: die Sicherstellung eines Magazins, die Bewahrung irgend eines wichtigen Punktes, erreichen will; während es Zeit und Umstände verbieten: die Festung selbst zu vergrößern. Ein solches verschanztes Lager macht demnach gleichsam einen Theil der letzteren aus, und wird in Hinsicht seiner Vertheidigung von ihr unterstützt, so wie es dagegen ihre Widerstandsfähigkeit bedeutend erhöhet. Das in dem verschanzten Lager befindliche Truppenkorps wirkt hier gemeinschaftlich mit der Besatzung, und setzt diese dadurch in den Stand: den Anfällen des Feindes länger und kräftiger zu widerstehen; während der letztere gezwungen ist, sich mit seiner Umfassung weiter auszudehnen und folglich eine viel größere Truppenzahl zu der Belagerung anzuwenden, wenn er nicht Gefahr laufen will, sich auf irgend einem schwachen Punkte plötzlich durchbrochen zu sehen. Er darf es zugleich nicht wagen: bei seinem Vordringen eine kleine, durch ein verschanztes Lager verstärkte Festung hinter sich zu lassen, weil die Truppen des ersteren seine Communication abschneiden und überhaupt ihm sehr nachtheilige Diversionen machen können.

Der Hauptzweck solcher verschanzten Läger ist entweder 1) bei dem unerwarteten Anfalle eines übermächtigen Feindes den sich versammelnden Truppen zum Vereinigungspunkte zu dienen, und zu verhindern, daß sie nicht einzeln angegriffen und aufgerieben werden. 2) Oder bei offensiven Operationen

Digitized by Google

zu Bewahrung der Magazine zu dienen, wozu die auf diesem Punkte liegende Festung nicht Gelegenheit und Raum genug darbietet. Man muß demnach bei der Wahl solcher Festungen, die mit einem verschanzten Lager versehen werden sollen, vorzüglich auf eine freie Gemeinschaft mit den rückwärts liegenden Provinzen sehen, um die Vertheidigungstruppen leicht verstärken, oder wären sie völlig von dem Feinde eingeschlossen, durch ein nicht zu starkes Korps, das nur in Verbindung mit jenen dem Feinde überlegen wird, mit Vortheil entsetzen zu können. Dieser Ort des verschanzten Lagers selbst muß so liegen: daß der Feind hier keinen leichten Zugang findet, sondern gemeinschaftlich mit den dabei angebrachten Annäherungshindernissen von dem Angriffe abgehalten und genöthiget wird: sich gegen die Festung selbst zu wenden. Wäre jedoch die Lage der Festung dergestalt: daß die das Lager deckenden Hindernisse dem Feinde nicht unübersteiglich sind, muß man es dergestalt anordnen; daß seine Linien von den Festungswerken bestrichen, und die Angreifenden von einem starken Vorwerke im Rücken beschossen werden können. So war das Lager bei Dünkirchen von Vauban angelegt; seine an die Stadt stoßenden Seiten liefen gerade auf die Façen der Bollwerke zu, und lagen hinter Kanälen, deren aufgestauete Wässer Ueberschwemmungen machten. Die vordere Seite aber, die dem Angriff mehr ausgesetzt war, ward durch ein besonderes, viereckiges, gemauertes Fort, mit Bollwerken und Ravelinen, bestrichen und vertheidigt.

Obgleich ein solches Lager seiner Natur nach zu den Feldverschanzungen gehört, und daher aus bloßen Erdwerken besteht: muß man diesen doch eine hinreichende Stärke geben, um dem Feuer des schweren Geschützes zu widerstehen. Denn, hat das verschanzte Lager keine diesem Zweck entsprechende Stärke, sondern kann von dem Feinde erstürmt werden: bringt es mehr Schaden als Gewinn. Durch seinen Verlust werden die darin liegenden Truppen in die Stadt zurück geworfen, deren Vertheidigungs- und Ernährungsmittel nun mit der Größe der Besatzung in keinem Verhältniß stehen, welches nothwendig eine frühe und vorschnelle Uebergabe herbeiführen muß. Man macht demnach die Brustwehren des verschanzten Lagers nicht unter 18 Fuß dick, und verkleidet sie mit Rasen oder Faschinen, je nachdem es die Umstände erlauben. Die äußere Abdachung wird durch die Beschaffenheit des Erdbodens, die Höhe der Brustwehr aber durch das Terrain bestimmt, damit der innere Raum nicht von außen eingesehen oder beschossen werden kann. Von dieser Höhe der Brustwehr und der dazu erforderlichen Erde hängt denn auch die Tiefe und Breite des Grabens ab, wie aus den Grundsätzen der Feldbefestigung folgt, auf die wir uns hier beziehen müssen, um nicht diesen Artikel zu weit auszudehnen.

Wird ein verschanztes Lager bei einem Orte angelegt, der nicht eigentlich eine Festung ist, sondern ebenfalls durch neu hinzugefügte Feldwerke dazu gemacht werden soll: muß man es dennoch hinter der provisorisch befestigten Stadt, niemals aber vor derselben anordnen. In dem letzteren Falle läuft man Gefahr: bei einem zu heftigen Angriffe auf das Lager sich durch die vielleicht engen und krummen Gassen der Stadt zurückziehen zu müssen. Wendet man im Gegentheil alles an: die Stadt in den möglichsten Vertheidigungsstand zu setzen, wird der Feind nicht ohne große Schwierigkeiten den Angriff auf dieselbe unternehmen können, und sich wahrscheinlich zu einer regelmäßigen Belagerung entschließen müssen, wo oft die schlechtesten, mit einer bloßen Mauer umschlossenen Städte gerade die größten Hindernisse in den Weg legen.

Lampe des Minirers ist, wie die Lampe der Bergleute, anstatt des Oeles, mit Talg ausgegossen, und dient bei seinen unterirdischen Arbeiten, so lange er nicht mit dem Laden der Minen beschäftigt ist; denn zu dieser Arbeit muß er sich durchaus einer ringsum gut verschlossenen Laterne bedienen, die inwendig mit einem Hohlspiegel versehen ist, damit man sie 20 Schritt von der Kammer entfernt halten, und dennoch bei dem Einschütten des Pulvers in den Kasten hinreichend sehen kann. Bei einer gewöhnlichen Laterne, oder selbst, wenn man die eben erwähnte zu nahe brächte, könnte sich leicht der aufsteigende Pulverstaub, und durch diesen nachher die Ladung entzünden.

Landesgrenze (s. Grenze.)

Landhäuser (s. Meierhöfe).

Lauffeuer (trainée de poudre) besteht aus einer Reihe feinen Kornpulvers, das man auf einem glatten Brette hinstreuet, um bei dem Sprengen eines Gebäudes, einer Brücke u. dergl. anstatt der Zündwurst zu dienen, zu deren Verfertigung es vielleicht an Zeit und Gelegenheit fehlt. Man sieht von selbst: daß ein solches Lauffeuer nur dann statt finden kann, wenn keine Luft geht, weil außerdem das Pulver durch den Wind von dem Brete herab geführt werden würde.

Laufgräben (la tranchée) ist eigentlich der allgemeine Name aller, zu dem Angriff der Festungen dienenden Schanzarbeiten, durch die man sich nach und nach den Werken nähert, und von denen die Batterien einen Theil ausmachen. Im engeren Sinne belegt man jedoch die Verbindungsgräben der Parallelen (s. Communication) mit dieser Benennung, in so-

fern sie zur Annäherung an die Festungswerke dienen (Approches oder Boyeaux.)

Die Laufgräben bestehen dem zufolge aus den Parallelen oder Waffenplätzen, den Verbindungsgräben oder Communicationen, den halben Parallelen, den Schlägen oder Haken, den Laufgrabenkatzen oder Transscheereitern, den Sicksacks, dem Couronnement des bedeckten Weges, den Uebergangs-Arbeiten über den Graben und den Logementern auf den Breschen, oder in den ausgesprengten Minentrichtern; von welchen allen an ihrem Ort unter den zugehörigen Worten gehandelt wird.

Die Richtung der Laufgräben (Approches) wird durch die Frontalbreite der angegriffenen Polygone bestimmt. Denn es ist klar: daß jene Richtung vor allen Außen- und vorliegenden Werken der Festung vorbeigehen muß, Tab. III. Fig. 12. hi, cn, damit die Laufgräben weder aus derselben, noch aus den vorspringenden Winkeln des bedeckten Weges der Länge nach eingesehen und bestrichen werden können. Hieraus folgt: daß die einzelnen Linien der Laufgräben immer kürzer werden müssen, je mehr sie sich der Festung nähern, um die erforderliche schräge Richtung beizubehalten, ohne durch eine übermäßige Länge zu viel Arbeit zu verursachen. An jedem Schlage, oder Biegung der Laufgräben wird der vordere Graben mit seiner Brustwehr 1 bis 2 Ruthen verlängert und rückwärts gebogen, um durch letztere den hintern Graben desto besser gegen die Enfilade zu decken und einen Raum zu bekommen, wo die einander begegnenden Soldaten und Laufgrabenarbeiter einander ausweichen können. (S. Schläge.)

Man findet zwar die Tiefe der Laufgräben allgemein auf 3 Fuß, ihre mittlere Breite aber auf 10 Fuß bestimmt; allein, es ist hierbei die Höhe der Festungswerke zu beachten, weil die in den Laufgräben hin und her gehenden Leute völlig gegen die Schüsse der Festung gedeckt seyn müssen. Man muß demnach die Verbindungsgräben immer so tief machen: daß man unter auf der, von der Festung abgekehrten Seite derselben (der Rückseite oder dem Revers) die Krone der Brustwehren des Hauptwalles nicht sehen kann.

Der hinter der ersten Parallele liegende Theil der Laufgräben wird vermittelst der flüchtigen Sappe, der zwischen die erste und zweite fallende Theil mit der halben Sappe; die übrigen Theile aber, weiter vorwärts, werden mit der ganzen Sappe getrieben. (S. Sappe.)

Weil die Hauptgänge der Gegenminen (die Enveloppe, Gallerien) immer mit den langen Linien des bedeckten Weges gleichlaufend sind: schlägt Belidor und nach ihm Le Febvre vor: sie durch darin vertheilte Pulverfässer zu sprengen und in

Laufgräben zu verwandeln. Denn, nimmt man die Ladungen nicht zu stark, so entsteht durch die Explosion ein etwa 6 bis 8 Fuß tiefer Graben, auf dessen beiden Rändern die herausgeworfene Erde eine Art von Brustwehr bildet. Belidor setzt dabei als durch die Erfahrung bestätigten Grundsatz fest: „daß die einzelnen Ladungen mit ihrer Mitte 40 Fuß voneinander liegen, und jede aus so viel mal 100 Pfd. Pulver bestehen müssen, als $\frac{1}{4}$ der Tiefe Fuß enthält. Eine ohngefähr 150 Fuß lange, mit ihrer Sohle 18 Fuß tief liegende Gallerie würde demnach 18 Tonnen Pulver in 4 Abtheilungen erfordern."

Es sey AABB eine solche Gallerie d'Enveloppe, und D der unter der Capitale vorgehende Ast derselben. Fig. 172. Tab. XV. Der Belagerer sprengt nun von seiner dritten Parallele L aus eine überladene Mine, räumt sogleich den Trichter auf, und bringt in die feindliche Gallerie, ehe der Feind im Stande gewesen ist: den Pulverdunst herauszuschaffen. Indem man nun auf die eben beschriebene Weise die Decke der beiden Zweige CAB sprengt, bekommt man einen völlig fertigen Laufgraben, wo nur noch wenig Arbeit nöthig ist, um ihn vermittelst der bei f und g angebrachten Traversen in eine Wende-Sappe (Sappe tournante) zu verwandeln.

Laufgrabenkatze (Cavalier de tranchée) oder Transcheekatze ist ein stark erhöheter Schießstand, 6 bis 8 Ruthen von dem Kamme des Glacis, zu beiden Seiten der Capitale EE Fig. 34. Tab. IV., um den bedeckten Weg mit kleinem Gewehr zu bestreichen, und die Besatzung daraus zu vertreiben. Man geht zu dem Ende aus der letzten Parallele mit sehr kurzen Sicksacks oder mit einer doppelten Sappe D bis auf die oben bestimmte Weite von den Palisaden vor, und wendet sich um, mit dem Kamme des Glacis in gleicher Richtung rechts und links, bis der Graben der Katze so lang ist, daß er queer vor dem Wallgange jeder Face des bedeckten Weges liegt, und die Breite desselben einnimmt. Die Länge der rückwärts gebogenen Flankendeckung BL. Fig. 173. Tab. XV. hängt von der Möglichkeit ab, aus einem der nebenliegenden Werke in der Flanke beschossen zu werden.

Sobald diese Sappe beendiget ist, fängt man an: den Graben breiter und tiefer zu machen, indem man zugleich auf die erste Reihe Schanzkörbe eine zweite, und auf diese eine dritte setzt, daß immer die obere Reihe nur mit $\frac{1}{3}$ ihrer Weite auf der untern, mit dem übrigen Theile aber auf der, über jene hinweg geworfenen Erde steht, Fig. 174. Tab. XV. Da drei Reihen Schanzkörbe eine Höhe von 9 Fuß über der Abdachung des Glacis geben, ist dies gewöhnlich hinreichend: den ganzen Raum hinter den Palisaden des bedeckten Weges einzusehen und die

Digitized by Google

Besatzung durch ein heftiges Feuer (wozu man sehr zweckmäßig am Tage Jäger und Schützen anwendet) zu vertreiben. Zu dem Ende werden auf den obern Schanzkörben durch übereinander gelegte Sandsäcke Schießlöcher gebildet; hinter ihnen aber von Erde und Faschinen Stufen angebracht.

Muß man fürchten: von einem neben liegenden Werke mit Geschütz beschossen zu werden: läßt man gleich anfangs bei Führung der ganzen Sappe einen Auftritt von 4 Fuß stehen, um hinter der ersten Reihe Schanzkörbe noch eine zweite anbringen zu können, und dadurch überall eine 8 bis 10 Fuß dicke Brustwehr zu erhalten.

Man kann zwar auch die Laufgrabenkatzen durch die flüchtige Sappe erbauen (s. letzteres Wort), indem man des Nachts von D. Fig. 34. seitwärts herausgeht und gleich anfangs 4 Reihen Schanzkörbe hinter einander setzt, die alsdann in möglichster Geschwindigkeit gefüllt werden. Auf sie kommen 3 andere Reihen Schanzkörbe, zu deren Füllen man nun in dem Graben mehrere Arbeiter anlegen, und auf diese Art die Katze in einer Nacht vollenden kann. Nur äußerst selten wird man jedoch dieses Verfahren anwenden können, wenn ein sorgenloser und unthätiger Feind gar nichts thut, die Fortschritte der Belagerer zu hindern. Im entgegengesetzten Falle ist es unmöglich, ohne einen übermäßigen Verlust in dieser großen Nähe am Hauptwalle die flüchtige Sappe zu vollenden. Le Febvre schlägt daher vor: anstatt der hintern Reihe Schanzkörbe, Wollsäcke anzuwenden, um dadurch die Arbeiter gegen die Flintenschüsse der Belagerten zu schützen. Es würde in der That weit vortheilhafter seyn: anstatt die Leute auf eine so zwecklose Art aufzuopfern, den bedeckten Weg ohne Weiteres zu stürmen, um bei gleichem Menschenverlust wenigstens an der Zeit zu gewinnen.

Nach Vauban sollte man mit der Sappe zwischen der Laufgrabenkatze herausgehen um den bedeckten Weg vollends zu couronniren. Le Febvre aber bemerkt nicht ohne Grund: daß man dadurch vielleicht das Feuer der Laufgrabenkatzen hindern, immer aber sich mehr Arbeit verursachen würde, als wenn man aus den Flanken der Katzen vorgeht, sich einwärts nach dem bedeckten Wege wendet, und auf diese Weise sich in demselben festsetzt. (S. Couronnement.)

Laufgrabenwacht (Garde de la tranchée), die zu der täglichen Besatzung der Parallelen bestimmte Anzahl Soldaten, welche durch die Stärke der Besatzung und demnächst durch die Vortheile bestimmt wird, welche ihr das Terrain bei einem Ausfall darbietet. Le Febvre rechnet auf jede 1000 Mann der Besatzung ein Bataillon, oder 500 bis 600 Mann, zur Laufgrabenwacht; dies kann jedoch nach Umständen mancherlei

Abänderungen erleiden und bald mehr bald weniger seyn. Bei Eröffnung der Laufgräben (w. n. i.) dient die Laufgrabenwacht mit zu Bedeckung der Arbeiten, und legt sich alsdann bei Anbruch des Tages auf der Rückseite der ersten Parallele nieder, wenn die Nacht zu kurz war, um den Graben ganz zu vollenden. Dieses Detaschement bleibt 24 Stunden in den Laufgräben, und steht unter den Befehlen eines Brigadiers, und setzt sich im Fortgange der Belagerung den feindlichen Ausfällen entgegen, zu welchem Ende es aus den Parallelen heraus geht, um gemeinschaftlich mit der zu ihrer Unterstützung bestimmten Bereitschaft den Feind in der Fronte anzugreifen, oder ihm in die Flanke zu fallen.

Lazarethe, s. Hospitäler.

Lehrbogen (Tambour) zu den Hauptgewölben der Minengänge besteht aus vier einzelnen Gestellen, jedes von 2 Bögen, die durch Latten verbunden sind. Er kann auf diese Art leicht an seinen Ort gebracht, zusammengesetzt und auch wieder auseinandergenommen werden.

Soll das Gewölbe eine gedrückte Form bekommen, wird der Lehrbogen, Fig. 159. Tab. XIV., 8 Fuß weit, ab, und $2\frac{1}{2}$ Fuß hoch, cd aufgerissen. Um die beiden Brennpunkte der elliptischen Linie zu bekommen, macht man $ef = cg = \frac{1}{2}$ $(2\sqrt{(ac)^2 - (cd)^2}) = \frac{1}{2}(2\sqrt{16-6{,}25}) = \frac{6', 2'', 11'''}{2}$ $= 3$ Fuß $1\frac{1}{24}$ Zoll, wodurch man vermittelst einer 8 Fuß langen Schnur die Linie ADB aufreißen kann. Die Brettstücken haben unten und oben, zu ihrer Befestigung in den Mönch und in die Queerstücken, Zapfen D und G; auch sind sie auf ihrer äußern Fläche mit Einschnitten für die ringförmigen Hölzer versehen, welche den Gewölbsteinen zur Unterlage dienen.

Leiter-Ersteigung (Escalade) muß dann mit dem Ueberfalle eines befestigten Ortes verbunden werden, wenn sich hohe Stadt- oder Futtermauern finden. Bei einer halben Verkleidung von 6 Fuß Höhe aber bedarf es keiner Leitern, weil hier die zum Angriff bestimmten Soldaten einander wechselseitig hinaufhelfen können. Die Leitern werden in der Nähe der zu überfallenden Festung verfertigt und bereit gehalten. Bei dem Sturm selbst befinden sich einige Zimmerleute und Schlosser im ersten Peldton, um die Gatterthore mit so wenig Geräusch als möglich zu öffnen; auch muß man mit Brettern oder Sturmbrücken versehen seyn, um über die Cünette zu kommen, die man fast in allen trocknen Gräben findet; sollte jedoch der ganze Grund desselben morastig seyn, muß man sich mit hinreichend

starken Hurthen versehen. Die Leitern werden — vorzüglich am Flankenwinkel und an den Kurtinen — zu 20 bis 30 nebeneinander angelegt, und sobald die Soldaten auf der Brustwehr angekommen sind, stellen sie sich schnell in Ordnung, und springen auf den Wallgang herunter, um alles, was von dem Feinde herbei kommt, über den Haufen zu werfen. Es werden zugleich starke Detaschementer nach den nächsten Thoren geschickt, um sie zu öffnen, und die schon bereit stehende Kavallerie einzulassen. Daß der Angriff übrigens in mehrern Kolonnen und auf verschiedenen Seiten geschehen muß, ist von sich selbst klar, um die Aufmerksamkeit der Besatzung zu theilen, und desto leichter an einem oder dem andern Orte einzudringen. Prag ward auf diese Weise, seiner starken Besatzung ohngeachtet, von dem Marschall von Sachsen mit den Franzosen, Sachsen und Baiern erstiegen und ohne bedeutenden Verlust erobert.

Die Leitern werden entweder aus den umliegenden Ortschaften genommen, und sind alsdann gewöhnliche Feuerleitern; oder sie werden, zweckmäßiger, eigends zu diesem Behuf verfertigt. Sie müssen sowohl in den Bäumen, als in den Sprossen stark genug seyn, um nicht unter der Last der mit ihrem Gewehr aufsteigenden Soldaten zu brechen; auch müssen sie genau die erforderliche Länge haben. Wären sie zu kurz, würde man seines Zweckes verfehlen; zu lange Leitern hingegen können von den Vertheidigern des Walles leicht umgeworfen werden, weil sie überhaupt, zu Verhütung des Zerbrechens, nicht sehr schräge stehen dürfen. Bei mehr als 24 Fuß hohen Stadtmauern würden die Leitern der eben erwähnten Gefahr schon ausgesetzt seyn; sie können in diesem Falle aus zwei Stücken bestehen, von denen das untere um die Stärke der Leiterbäume breiter ist, als das obere, und oben 2 eiserne Büchsen hat, in welche die Bäume der oberen Leiter geschoben werden. Dies ist aber auch die einzige künstliche Einrichtung, welche sich bei den Sturmleitern anbringen läßt; denn alle andere Vorschläge: sie wegen bequemern Fortbringens so einzurichten, daß sie zusammengelegt werden können, oder (nach Bonneville) eiserne Bäume mit Sprossen von getheertem Tauwerk zu haben, sind nicht anwendbar.

Leitrinne (Auget) ist bestimmt: die Zündwurst der Minen aufzunehmen, und gegen äußere Beschädigung und gegen das Eindringen der Feuchtigkeit zu schützen. Sie wird zu dieser Absicht aus 3 Brettern, 4 Zoll breit und 10 Linien stark, zusammengesetzt, und mitten auf der Schwelle der Vertrempelung mit Holzschrauben befestigt. Oder sie wird hier zwischen zwei auf jede Schwelle genagelten Fröschen (taquets) festgehalten, um das durch das Aufnageln verursachte Geräusch zu vermeiden. Oben wird sie mit einem ähnlichen, 2½ bis 3 Zoll

breiten, 1 Zoll ſtarken Brette zugedeckt, und dieſes vermittelſt in die ſchon vorhandenen Löcher geſchobener hölzerner Pflöcke befeſtiget.

In feuchtem Boden muß die Leitrinne inwendig und auswendig mit warmen Pech beſtrichen werden, beſonders wenn die Vertheidigungsminen einige Zeit geladen ſtehen ſollen. Zu noch mehrerer Sicherheit wird ſie auch wohl in eine zweite, ebenfalls auswendig verpichte Rinne verſchloſſen.

Die 10 bis 12 Zoll lange, in den Kaſten reichende Leitrinne (der Kaſtenzünder), durch welche die Zündwurſt in jenen geführt und vermittelſt eines ſtarken Bindfadens oder hölzernen Pflockes mit ihrem Ende befeſtiget iſt, wird 1½ bis 2½ Zoll im Loll im Lichten weit gemacht, um das Hindurchziehen der Zündwurſt zu erleichtern. Sie berührt das Ende der vorerwähnten Leitrinne, ſo daß die Zündwurſt in gleicher Richtung bis in den Kaſten fortgeht. In der Leitrinne ſind übrigens von 3 zu 3 Fuß Stücken Bindfaden genagelt, um die Zündwurſt darin feſtbinden zu können, daß ſie nicht den Boden berührt und ſich auch nicht während der Entzündung verſchieben kann.

Für die Zündwurſt der Schacht- und Fladderminen, deren Pulverkaſten ohne beſondere Kammer auf die Sohle des Schachtes geſetzt wird, wird die Leitrinne winkelrecht gebogen, Fig. 175. Tab. XV. Der kürzere Schenkel AB ruhet auf dem Pulverkaſten M, der längere Schenkel BC aber geht längs einer Seitenwand des Schachtes in die Höhe, und liegt hier zwiſchen den, auf die Rähmen genagelten hölzernen Fröſchen. In dem kürzen Schenkel iſt zugleich unten ein Loch angebracht, um die Zündwurſt durch daſſelbe in den Pulverkaſten ſchieben zu können. Der Deckel des kurzen ſowohl, als des langen Schenkels der Leitrinne wird mit ſchon vorher eingepaßten hölzernen Pflökkern, oder mit kupfernen Holzſchrauben angeheftet.

Lermplätze (places d'armes) ſind in Feſtungen 1) die vorſpringenden und eingehenden Winkel des bedeckten Weges (ſ. Waffenplätze); 2) die Verſammlungsörter der Beſatzung, wozu entweder die Markt- und andere freie Plätze, auch bisweilen der Raum in den Außenwerken, oder die Eſplanade vor der Citadelle, beſtimmt werden. In den Laufgräben werden die ganzen und halben Parallelen auch mit dieſem Namen belegt (w. n. i.).

Leuchtkugeln (pots à feu, bombes à éclairer) werden bei der Vertheidigung der Feſtungen gebraucht: die Arbeiten der Belagerer zu entdecken; beſonders den Augenblick der Eröffnung der Tranſchee. Allein man ſcheint ein größeres Zutrauen auf

sie zu setzen, als sie wirklich verdienen, weil der Lichtkreis, den sie um sich her verbreiten, nur von sehr geringem Umfange ist. Nach den 1812 bei Neiße angestellten Versuchen erhellt die Leuchtkugel das Terrain, so daß man einen arbeitenden Menschen entdecken kann, nach Verschiedenheit ihres Kalibers:

Kaliber der Leuchtkugeln	Durchmesser des erleuchteten Kreises auf 700 Schritt.	Durchmesser des erleuchteten Kreises auf 300 Schritt.
50 Pfund.	38 Schritt.	100 Schritt.
10	20	50
7	10	30

Bei 700 Schritt Entfernung läßt sich nicht bemerken, was zwischen dem erleuchteten Orte und dem Beobachter geschieht. Bei 300 Schritt aber kann letzterer noch bis auf 120 Schritt von der Leuchtkugel nach ihm zu, den arbeitenden Feind wahrnehmen.

Lichterhalter ward von dem Hrn. v. **Humbold** für die mit Stickluft angefüllten Bergwerke erfunden, in denen kein Licht fortbrennt, und ist auch für den Minenkrieg anwendbar, um nach dem Sprengen einer Mine sogleich in die Gallerie gehen zu können, noch ehe sich der Pulverdampf aus derselben verzogen hat. Diese Maschine ist ein blechnes, zylindrisches Gefäß, dessen obere Abtheilung mit der untern, etwas größern vermittelst einer Oeffnung Gemeinschaft hat, die durch einen Hahn verschlossen werden kann. Auf dem Vorstande der untern Abtheilung ist ein hohler, messingener Zylinder, 2 Linien stark, angebracht, dessen obere Oeffnung aber noch nicht $\frac{1}{8}$ Linie weit ist. Der Zylinder läßt sich, zu bequemerer Reinigung, auf den untern Theil des Gefäßes auf- und abschrauben, und führt aus dem untern — mit frischer Luft angefüllten — Theile des Gefäßes die Luft in die Flamme des gestrickten Dochtes, der über den Zylinder gezogen und mit Talg umgossen ist. Wird nun das obere Gefäß mit Wasser angefüllt, die Lampe angezündet und der Hahn aufgedreht: so läuft das Wasser durch letztern in das untere Gefäß und treibt die in demselben befindliche Luft durch den Zylinder in die Flamme, die jetzt auch in der dicksten Luft hell und gleichförmig brennt. Da ohngefähr in jeder Minute 3 Würfelzoll Wasser aus dem obern nach dem untern Theile des Gefäßes laufen, und eben so viel Luft aus demselben verdrängen: so läßt sich leicht hieraus die Größe des erstern für eine verlangte Zeitdauer des Brennens der Lampe bestimmen.

Man kann auch das untere Gefäß, anstatt der athmosphärischen Luft, mit Sauerstoffgas anfüllen, um die Lampe heller

brennen zu machen. Oder, man hat eine blechne argandische Lampe mit einem Glascylinder in der Mitte, an den sich ein kupfernes Rohr mit einer mit Sauerstoffgas gefüllten Blase anschrauben läßt, aus welcher bei dem Oeffnen des dazu bestimmten Hahnes das Sauerstoffgas durch die Flamme strömt.

Linien in der Befestigungskunst sind: das äußere und innere Polygon, die Capitale, die halbe und ganze Kehle, die Magistrale, der große und der kleine Halbmesser oder Radius, die Streichlinie, der Perpendikul, die Façen, die Flanken und die Kurtine. Man findet ihre Verhältnisse und die Bestimmungen derselben unter den zugehörigen Worten (w. n. l.).

Linie des geringsten Widerstandes, s. kürzeste Widerstandeslinie.

Litteratur der Kriegsbaukunst, s. Schriften.

Lochsäge ist ein bekanntes Werkzeug der Zimmerleute, das häufig von den Minirern gebraucht wird, weil sich in den niedrigen Minengängen besser damit arbeiten läßt, als mit der gewöhnlichen Säge, deren Gerüste empor steht.

Logementer (Logements) sind die Verschanzungen des Belagerers auf den von ihm eroberten Punkten. Sie bestehen dem zufolge aus a) den couronnirten Minentrichtern; s. Couronnement. b) Den Logementern auf dem Glacis, aus denen nachher die Breschbatterien durch Verbreitung des Grabens verfertigt werden. (S. ebendas.) Da diese Logementer von dem Hauptwalle der Länge nach bestrichen werden können, muß man sie mit Traversen r. Fig. 70. Tab. VI. versehen. c) Den Logementern im bedeckten Wege selbst, wenn wegen zu großer Breite desselben, oder wegen eines außerordentlich tiefen Grabens der Fuß der Futtermauern nicht anders entdeckt werden kann. Man geht demnach mit der ganzen Sappe, aus dem Logement auf dem Glacis, hinter einer Traverse des bedeckten Weges in denselben hinein, und alsdann an der Futtermauer der Contrescarpe, 18 Fuß von derselben, entlang, indem man sich bisweilen auch von oben durch Bedeckungen von Faschinen und Erde gegen die feindlichen Steinwürfe deckt. Das Logement wird nachher weiter gemacht und zu Vollendung der Breschbatterie an die Artillerie übergeben. d) Die Logementer auf den eroberten Außenwerken werden von Schanzkörben mit der flüchtigen Sappe erbauet, und müssen Raum für die zur Besatzung bestimmten Soldaten haben. Bei ihrer nahen Lage am Haupt-

wall ist das Beschießen von der Seite, ja wohl sogar im Rükken zu befürchten, und bei der Führung der Brustwehr zu dem Logement darauf besonders Rücksicht zu nehmen. Hat der Feind einen starken Abschnitt, oder ein starkes Reduit in dem eroberten Außenwerke: so darf das Logement nicht in dieses selbst gelegt werden, sondern man rückt es auf der Bresche von dem obern Rande des Abhanges so weit zurück, daß man von dem Abschnitt aus nicht gesehen werden kann. Man geht hierauf mit der ganzen Sappe gegen letztern vor, um ein paar Kanonen gegen ihn aufzuführen, wenn dies wirklich nöthig werden sollte. e) Auf der Bresche des Hauptwalles errichten die Belagerer ihre letzten Logementer, wenn sie genöthiget sind: jene zu stürmen und wegen eines starken Abschnittes nicht bis in die Festung dringen können. Diese Logementer werden noch während dem Fortgange des Sturmes mit der flüchtigen Sappe oben auf der Bresche errichtet. Sie haben immer die Form eines vorspringenden Bogens, und müssen am ersten Tage wenigstens 100 Mann fassen können, bis man im Stande ist, den Graben zu verlängern und breiter zu machen, um die Besatzung doppelt oder dreimal so stark in das Logement rücken zu lassen.

Die Bauart der Logementer aller Art unterscheidet sich in Nichts von den Sappen (w. n. i.); denn sie besteht aus Schanzkörben, die mit Erde angefüllt sind, und über die man oben eine oder zwei Faschinen legt, und mit Sandsäcken Schießlöcher formirt. Es bedarf daher in dieser Rücksicht keiner weitern Erläuterungen.

Luft ist in den Minengängen durchaus unentbehrlich, damit in denselben die Lichter brennen und die arbeitenden Minirer athmen können. Jedoch auch da, wo die unterirdische Athmosphäre übrigens rein ist, entsteht dennoch durch die Länge der Gallerien Stockung, und man hat bemerkt: daß in einer Tiefe von mehr als 20 bis 24 Fuß, so wie in Gängen, deren Länge 120 Fuß übersteigt, die Lichter nicht mehr helle brennen. Ganz besonders aber wird die Luft durch das Sprengen einer oder mehrerer Kammern verdorben und zu dem Einathmen ungeschickt; man ist deshalb auf verschiedene Mittel gefallen, sie zu erneuern und die verdorbene durch frische zu ersetzen. In den Defensivminen sind zu dem Ende an den Orten, wo mehrere Gallerien zusammenstoßen, Luftröhren (Events) aufgemauert, welche gemeinschaftlich mit den Umfassungsgängen (Galleries d'Enveloppe) einen Luftzug in den Gängen verursachen, und den Pulverdampf herausführen. Allein, dieses Mittel findet nicht überall statt, und läßt sich bei schon fertigen Gegenminen nicht gut anbringen; ja, ist der Feind im Besitz des obern Terrains, zeigen ihm diese Luftlöcher die Richtung der Minengänge, die

Digitized by Google

er nun durch eingeworfene Kunstfeuer verpesten, oder durch Schachtminen eindrücken kann. Das Durchbohren der Decke vermittelst des Erdbohrers, um die untere Luft mit der äußeren in Verbindung zu bringen, ist nur ein Nothbehelf, und in der Nähe eines mit Pulverdampf erfüllten Ganges ebenfalls nicht ausführbar. Man bedient sich daher der Wetterlotten, d. h. aus Brettern zusammengeschlagenen Röhren, 6 Zoll im Lichten weit, die aus dem mit Stickluft angefüllten Minengange heraus gehen, um vermittelst ihrer und eines auswendig angebrachten Schmiedegebläses frische Luft in den Gang zu treiben und dadurch die verdorbene Luft oder den Pulverdampf zu verdrängen.

Anstatt der Gebläse bedient man sich auch des Wetterrades, A. Fig. 176. Tab. XV., das in einem, von Brettern zusammengefügten Kasten außerhalb des Ganges oder des Minenschachtes in der freien Luft angebracht, und durch einen Arbeiter, vermittelst der daran befindlichen Welle, bewegt wird. Es steht durch die Wetterlotten G mit dem zu reinigenden untern Theile des Minenganges in Verbindung, um die von F eindringende athmosphärische Luft durch den Umschwung des 2 bis 2½ Fuß großen Rades hinunter zu treiben.

Halley's, von Rugi verbesserter Wettersauger (Ventilatcur) oder Luftzubringer besteht aus einem halbzylindrischen Gefäße, G. Fig. 177, in welchem eine Welle C mit einem Flügel D beweglich ist. Zwei mit Ventilen verschlossene Oeffnungen AA dienen zu dem Einsaugen der Stickluft, und stehen deshalb durch die Wetterlotte mit dem untern Theile der Gallerie in Verbindung. Die andern beiden Ventilen B aber lassen die eingesogene mephitische Luft wieder heraus, je nachdem die Hebelstange EF rechts oder links bewegt wird. Die Maschine muß zu dem Ende ganz im Freien vor dem Minengange stehen, oder doch vermittelst einer zweiten Wetterlotte mit der äußern Luft Gemeinschaft haben.

Zu ähnlichem Gebrauch hatte der Herausgeber der Oekonomischen Hefte schon im Jahr 1797 eine Saugepumpe für die Bergwerke vorgeschlagen, der die von dem französischen Ingenieur-Hauptmann Gillot angegebene sehr ähnlich ist. Die eine, wie die andere, besteht aus einem oben und unten verschlossenen Pumpenrohre, in dem sich der Stempel mit dem Kolben auf- und ab bewegt. Das 12 Zoll weite, 3 bis 4 Fuß hohe Rohr hat unten eine Oeffnung mit Schraubengewinden, um einen luftdichten Schlauch ansetzen zu können, der bis in den mit mephitischer Luft oder mit Pulverdampf angefüllten Minengang reicht. Eine andere, im Deckel des Kastens befindliche Oeffnung läßt die eingesogene Stickluft heraus, die durch a in dem Kolben angebrachte und gleich den beiden vorer-

Digitized by Google

wähnten mit Ventilen versehene Oeffnungen bei dem Niederdrükken des Kolben, über denselben gekommen ist. Dieser Wettersauger scheint unter allen am anwendbarsten zu seyn, weil sich das Pumpenrohr aus Kupfer leicht und beweglich genug machen läßt, um mit dem Minirgeräthe im Felde mitgeführt werden zu können. Mehr zusammengesetzte Maschinen, wie der Baaderſche Wettersatz, dessen man sich auf den Bergwerken am Harz bedient, sind zu künstlich und erfordern zu viel Raum, als daß sie für den Minenbau brauchbar seyn könnten.

In den Defensiominen wird man sich jedoch bisweilen der Windöfen mit Nutzen bedienen können, um die entweder schon vorhandenen, oder durch das Verbrennen des Schießpulvers entstandenen irrespirabeln Gasarten herauszuschaffen. Man leitet nämlich die letztern durch eine, an der Decke des Minenganges befestigte Wetterlotte, A, die sich unten gegen die Sohle der Gallerie trichterförmig erweitert, nach einem Windofen B, an der Seite des Minenschachtes, und durch das, in demselben auf einem eisernen Roste C brennende Feuer hindurch, Fig. 178. Tab. XV. Es ist klar: daß die durch das Feuer oben verdünnte Luft fortwährend durch andere von unten ersetzt wird, und daß daher ein starker Luftstrom entstehen muß, der den Minengang in kurzer Zeit von den mephitischen Dünsten reinigen wird. (Man sehe auch Respirationsmaschine.)

Da in langen und tiefen Minengängen die stockende Luft, wenn sie auch nicht an sich selbst irrespirabel ist, auch durch die Ausdünstungen der Arbeiter und durch den Dampf der Lichter verdorben wird: muß man zu der Arbeit selbst nur so wenig als möglich Arbeiter anstellen; auch nicht erlauben: daß sie bei der Arbeit Tabak rauchen. Die Leuchten der Minirer müssen nicht durch Oel, sondern durch Talg, mit einem starken Zusatz von Wachs, unterhalten werden. Ja, Belidor will die Rameaux und Uebergänge durch die Refraction starker Reverben erleuchten, die sich in den Vertheilungsgewölben befinden sollen. Die durch den Hohlspiegel A zurückgeworfenen Lichtstralen der Doppellampe B werden nämlich in dem Linsenglase C gesammelt, damit sie vereint in den Spiegeln D, E, F zurückgeworfen werden und den Punkt M beleuchten können. Es wäre wohl der Mühe werth, durch Versuche zu bestimmen: wie viel die Lichtstralen bei dem Anprallen von ihrer Intensität verlieren, und ob der Wiederschein in M stark genug ist, um aller andern unmittelbaren Beleuchtung entbehren zu können. In langen Minengängen würde man vielleicht dadurch die intermediaire Beleuchtung durch Laternen vermeiden können, und bei der Fortschaffung des Pulvers nach der Minenkammer, so wie bei dem Laden der letztern um so weniger Gefahr zu besorgen seyn.

Digitized by Google

Lünetten sind schon oben (Artik. Brillen) nach ihrer Bestimmung und Anlage beschrieben worden. Es würde daher hier nur noch eine Construction dieses Außenwerkes nach dem Obersten Dorat anzuführen seyn, wenn es in den Graben zwischen das Ravelin P und die Couvrefaçe Q gelegt werden soll. Hier bekommt diese Brille 12 Ruthen zur halben Kehle AB. Fig. 180. Tab. XV., und ihre Façen CF stehen senkrecht auf der Couvrefaçe bis an die Contrescarpe derselben, wo der Punkt D fünf Ruthen von F herausgerückt wird, und nun die Länge der vordern Façen DG bestimmt, je nachdem der vorspringende Winkel mehr oder weniger stumpf werden soll. Die hintern Façen werden 12 Fuß, bis H verlängert, und geben dadurch Raum für ein, durch den Orillon DK gedecktes Geschütz, um in die Bresche im Ravelin, oder in die Couvrefaçe, zu schießen. Eine mit Schießlöchern versehene Mauer RR, oder anstatt derselben eine Caponiere, dient als Retirade, von wo die Besatzung noch dem Feinde das Logement in der Brille erschweren kann. Belair (Elemens de fortification) hält diese Brillen mit Flanken, oder vielmehr mit zurückgezogenen Façen, für sehr vortheilhaft, und glaubt; daß sie in vielen Fällen die Rolle des Ravelins vertreten könnten, wie sie auf verschiedenen Polygonseiten von Bergen op Zoom, am Fort Isabelle bei Herzogenbusch, und am Fort St. George zu Madras angewendet worden sind; wir werden daher weiter unten ihrer weitläuftiger erwähnen. (S. Ravelin und Vorwerke.)

Lunte (Mèche) wird zwar von der Artillerie verfertigt, und an die Minirer abgegeben; da es jedoch bei diesen gar sehr darauf ankommt: daß die Zündungen der Minen nicht fehlschlagen, scheint es hier nöthig: die erforderliche Beschaffenheit der Lunte zu diesem Behuf anzugeben. Sie muß sich nämlich leicht entzünden, und selbst bei feuchtem Wetter, ohne zu sprützen, oder zu verlöschen, stille fortbrennen, indem sie zugleich eine spitze und harte Kohle bildet, die dem Druck gegen einen festen Körper widersteht. Bei der Untersuchung der Lunte dürfen sich kein unreines oder verdorbenes Werg, grobe Stengel oder Blätter in der Mitte finden; auch sich keine Merkmale von Fäulniß oder Feuchtigkeit im Innern der Lunte zeigen. 4 bis 5 Zoll Lunte brennen eine Stunde, und 24 Fuß oder 4 Klaftern wiegen ohngefähr 1 Pfund.

M.

Maaße der verschiedenen Länder sind bei den Fortificationsarbeiten beinahe dieselben, welche von den Artilleristen ge-

Digitized by Google

braucht werden, und schon oben im Wörterbuch der Artillerie aufgeführt sind. Das gewöhnlichste Maaß bei dem theoretischen Festungsbau ist der alte Pariser oder königliche Fuß, zu 144 Linien, und die Toise zu 6 Fuß. Man findet fast in allen, oder doch in den meisten ältern Fortificationswerken die Angaben in diesem Maaße, das auch selbst da, wo man sich eines andern Maaßes bedient, als Vergleichungs- und Bestimmungszahl angenommen ist.

Die Quadrat-Toise hat demnach 36 Quadrat-Fuß, und die Kubiktoise 216 Würfelfuß.

Die zur Zeit der Republik in Frankreich eingeführten und unter Bonaparte beibehaltenen neuen Maaße sind:

1 Myriamèter = 10 Kylomèter = 100 Hectomèter = 1000 Decamèter = 10000 Mèter.

1 Mèter = 10 Decimèter = 100 Centimèter; oder nach altem Maaß:

1 Mèter = 3 Fuß — Zoll 11,44 Lin. = 3,079′ = 36,948″.
1 Decimèter = — " 3 " 8,34 " = 0,307′ = 3,695″.
1 Centimèter = — " — " 4,32 " = 0,030′ = 0,369″.

Als Flächenmaaß ist 1 Are = 10 Deciare = 100 Centiare = 100 Quadrat-Mètres = 948 Quadrat-Fuß.

1 Centiare oder Quadr. Mèter = 9′ 5″ 9,40‴ = 9,48 Quadr. F.
1 Quadr. Decimèter = — 13″ 7,80‴ = 13,658 □Zoll.
1 — Centimèter = — — 0,60‴ = 0,050 □Zoll.

Für das Körpermaaß ist:

1 Kub. Mèter = 29′ 2″ 4,80‴ Kub. = 29,20 Würfelfuß.
1 — Decimèter = — 50″ 5,40‴ = 50,448 Würfelzoll.
1 — Centimèter = — — 0,60‴ = 0,050 — —

Bei Bestimmung des Gewichtes der Minenladungen und Baumaterialien ist ein Kub. Decimèter = 0,91 Kilogrammes = 1 Pfd. $13\frac{80}{100}$ Unzen Paris. = 1,87 Pfd., denn

1 Kilogramme = 2 Pfd. — Unz. 5 Gros 49 Gran = 37,7 Unzen. Paris. Markgewicht = 2 Pfd. 4 Lth. $1\frac{296}{4685}$ Quent Berliner Handelsgewicht = 2 Pfd. 1 Loth $3\frac{1519}{7783}$ Quent Hannov.

1 Pariser Würfelfuß = 34,25 Kub. Decimèter wiegt 31,32 Kilogrammen = 64 Paris. Pfd. Pulver.

In den Preußischen Staaten ist als Baumaaß der Rheinländische Duodezimal-Fuß = 139,13 Linien des Paris. Fußes.

12 Fuß sind 1 Ruthe = 1669,56 Paris. Lin.
6 Fuß sind 1 Klafter, Lachter oder Enden.
1 Quadrat-Ruthe ist = 144 Quadratfuß.
1 Kubik-Ruthe = 1728 Würfelfuß.

1 Schachtruthe aber, nach der aller Erdbau und gewöhnlich auch das Mauerwerk berechnet wird, hält 144 Würfelfuß.

Digitized by Google

Bei den Festungsbauten wird jedoch das Mauerwerk auch nach Kubiktoisen zu 216 W. Fuß ausgemessen.

Für die Feldverschanzungen bedient man sich auch des Schrittmaaßes, 1 Schritt zu 2 Dezimalfuß oder $\frac{1}{5}$ Ruthe gerechnet.

In den Oesterreichischen Staaten wird nach Klaftern zu 6 Wiener Fuß gemessen; ein Fuß ist 140,13 Paris. Linien, und eine Quadr. Klafter = 34,1 Paris. Quadr. Fuß.

Die Sächsische Ruthe hält 7 Ellen 14 Zoll, oder $15\frac{1}{2}$ Fuß zu 125,3 Paris. Linien Landmaaß. Für den Festungsbau bedient man sich hier jedoch der alten französischen Toise.

Der Englische Yard ist 3 Fuß, jeden zu 135,1 Par. Linien.

Die Russische Arschine ist 315,4 Paris. Linien.

Machicoulis, s. Zinnen.

Madrillbret (Madrier) dient zu dem Anschrauben der Petarde (w. n. i.) und verschließt die Mündung derselben, zu welchem Ende sich in seiner Mitte eine Vertiefung von dem gehörigen Durchmesser findet. Es ist gewöhnlich von Eichenholz, 18 Zoll breit und lang, 2 Zoll stark, und übers Kreuz mit eisernen Bändern beschlagen. Oben hat es in der Mitte einen Ring oder ein Augenband, womit es an den, in das Thor geschraubten Haken gehangen wird. Weil sich jedoch das Einschrauben dieses Hakens nur mit viel Schwierigkeit und Gefahr bewerkstelligen läßt, besonders wenn das Thor mit Blech beschlagen ist, würde es vortheilhafter seyn: das Madrillbret nur 12 oder 14 Zoll breit; aber 4 bis 5 Fuß lang zu machen, und die Petarde auf dem obern Theil zu befestigen. Man wird nun das Madrillbret blos an das Thor lehnen und oben vermittelst eines starken Holzstückes ausleifen dürfen, um die gehörige Wirkung zu bekommen.

Magazine (Magasins) zu Aufbewahrung des Mehles, Getraides und der Lebensbedürfnisse aller Art sind in einer Festung um so nothwendiger, als diese Dinge genau in eben demselben Maaße, wie die Festungswerke selbst, das Widerstandsvermögen motiviren. Ist demnach die Festung nicht mit trocknen und luftigen Kasematten versehen: muß man andere Gebäude durch darüber gelegte Balken und darauf geschüttete Erde bombenfest machen, um darinnen das Mehl, das Getraide, das eingesalzene Fleisch, die trocknen Fische und Gemüse, die vorräthigen Kleidungsstücke, Schuhe ꝛc. unterzubringen.

Die dazu bestimmten Gebäude müssen gute und feste Mauern, von 30 bis 36 Zoll Dicke haben; denn schwächere Mauern würden den vereinten Druck der Balken und Erde nicht

tragen können. Man sucht zugleich solche Gebäude aus, die durch die Wälle, oder durch andere vorstehende Gebäude möglichst gegen die feindlichen Kanonenschüsse gedeckt sind. Bei zweistöckigen Häusern verblendet man den obern Stock, um auf diese Weise mehr gesicherten Raum zu bekommen (s. Bombenfest); man läßt zugleich das Dach darauf, damit der Regen nicht eindringen und die Balkendecke, ja wohl auch die in dem Gebäude verwahrten Vorräthe, verderben kann. Die Fenster werden mit 6 Zoll starken Holzstücken zugesetzt, die 4 Zoll Zwischenraum haben; die Schornsteine werden abgetragen, bis unter das Dach, und ebenfalls oben verblendet. Cormontaigne will die beiden sich kreuzenden Balkenlagen von 12 Zoll Stärke noch mit 2 Lagen Scheitholz von 6 bis 8 Zoll Durchmesser, und zuletzt mit 2 Fuß hoch Mist bedecken; es scheinen jedoch 2 Balkenlagen, mit 3 Fuß hoch Erde bedeckt, völlig hinreichend zu seyn.

Weil diese doppelte Balkenbedeckung jedoch einen sehr bedeutenden Holzaufwand verursacht: hat der französische Ingenieur Sennermont vorgeschlagen: anstatt der Balken nur 3 bis 4 Zoll starke und 12 Zoll breite Bohlen anzuwenden, die neben einander mit 4 Zoll weiten Zwischenräumen gelegt werden. Die beiden, auf diese Weise sich kreuzenden Lagen Bohlen werden oben mit Faschinen, Strauchwerk oder Erde bedeckt, damit die darauf geschüttete Erde nicht hindurchfallen kann. Fig. 181. Tab. XV. Um zugleich den Mauern des Gebäudes mehr Widerstand gegen die Erschütterung von den auf die Decke springenden Bomben zu verschaffen, scheint es nothwendig: außerhalb Steifen A und B anzusetzen, die durch Queerriegel verbunden sind, C, und sich sowohl an der Mauer D, als auf dem Boden E an ein Holzstück stützen. Da die Deckbohlen eben so weit, und weiter noch auseinander liegen, als sie stark sind: muß auch nothwendig nur die Hälfte des Holzes zu dieser Art Bedeckung erfordert werden, obgleich ihr Widerstand eben so groß ist, als der der vollen Bedeckung. Bei der Wichtigkeit dieses Gegenstandes wäre es wohl der Mühe werth: die Wahrheit dieses theoretischen Satzes durch Versuche zu prüfen.

Anstatt der vorerwähnten Stützen kann man auch das ganze Gebäude auswendig mit schräge angelehntem Rundholz von 18 Zoll Stärke verblenden, das nur auf zwei Seiten beschlagen ist, um es dicht aneinander legen zu können und den Truppen zum sichern Aufenthalt zu dienen, während es die Thüren und Fenster des Magazin-Gebäudes beschützt. Soll es jedoch diesen Zweck allein erfüllen, und daher kein Dach gegen die Witterung geben, kann man die Hölzer 3 oder 4 Zoll auseinander legen, und es ist unnütz, sie zu beschlagen, wenn sie es nicht vielleicht schon sind. Wegen des großen Holzbedarfs dieser Art schräger

Blendungen wird man sie nur selten anwenden können, und sich gewöhnlich begnügen müssen: blos die Thüren und Fenster der Magazine auf diese Art zu sichern.

Die Größe der Magazine wird nothwendig durch die Menge der unterzubringenden Vorräthe bestimmt. Für das Getreide bedarf man auf 1 Berliner Scheffel 1½ Würfelfuß, und zu 1 Winspel oder 24 Scheffel 42 Würfelfuß. Diese sind gleich 110 Rationen Hafer, oder 135 Rationen Gerste, oder 195 Rationen Roggen.

Das Mehl wird gewöhnlich in Fässern aufbewahrt, die auf den obern Stockwerken in 2 Reihen, auf der Erde aber dreifach übereinander liegen können. Ein Faß enthält gewöhnlich 450 Pfd., oder 6 Scheffel, und giebt bei dem Verbacken 600 Pfd. Brod. Ist ein Faß 3 Fuß lang und 2 Fuß im Durchmesser stark: wird es 6 Würfelfuß Raum einnehmen; auf 36 Quadratfuß können demnach 15 Fässer in 3 Lagen übereinander untergebracht werden. Liegen die Fässer auf diese Art in doppelten Reihen mit ½ Fuß Zwischenraum, damit die Luft frei durchstreichen kann: muß zu beiden Seiten ein freier Gang gelassen werden, der 1 Fuß breiter ist, als die Länge eines Fasses.

Die trocknen Gemüse werden eben so, wie das Mehl, in Fässern aufbewahrt, und es ist daher leicht, auch den für sie erforderlichen Raum zu bestimmen.

Auf gleiche Weise verhält es sich mit dem gepökelten Fleisch, den Heringen u. dgl. Die getrockneten Fische hingegen müssen an einem luftigen Orte untergebracht werden, wo sie nicht von der Sonne beschienen werden können. Die Flüssigkeiten: Wein, Bier, Brandtewein, Oel ꝛc. finden hinreichenden Raum in den Kellern der öffentlichen Gebäude, oder großer Bürgerhäuser, wo die Bomben bei nur einigermaaßen starken Gewölben niemals hindurchdringen.

Das Brennholz wird auf der, dem feindlichen Feuer nicht ausgesetzten Seite der Festung im trocknen Graben, hinter dem Ravelin, oder im innern Raume eines hohlen Bollwerkes, oder an irgend einem etwas entfernten Orte aufgesetzt. Man wird nur selten gezwungen seyn, es unter Dach zu bringen, das auch — wegen der zu befürchtenden Feuersgefahr — nicht geschehen darf, wenn es nicht in einem bombenfesten Gebäude möglich ist. Eine Klafter Brennholz nimmt gewöhnlich 216 Würfelfuß Raum ein.

Für das Heu und Stroh müssen nothwendig auch bombenfeste Behältnisse vorhanden seyn, weil diese Materien wegen ihrer großen Entzündbarkeit dem Verbrennen zu sehr ausgesetzt sind.

1 Centner Heu nimmt 30 Würfelfuß, und 1 Centner lang Stroh, oder 5 Gebund, 21 Würfelfuß Raum ein; hieraus

kann man denn leicht die erforderliche Größe der Behältnisse finden.

Magistrale (ligne Magistrale) ist diejenige Hauptlinie, welche den Umriß der Festungswerke ausmacht, ohne die Stärke der Wälle, Böschungen ꝛc. anzudeuten. Fig. 102. Tab. VIII. Sie geht auf dem Mauerbande hin, C, und stellt die senkrechte Ebene PE Fig. 112 dar.

Die Magistralgallerie, bei den Defensivminen, gehet längs der Contrescarpe, auf deren Futtermauer gewöhnlich die eine Seite ihres Gewölbes ruhet. Von ihr aus verbreiten sich die übrigen Minengänge (Rameaux) unter das Glacis.

Mantel, s. oben Enveloppe und Cöhorn.

Mantelets, s. Schirme.

Marchi, einer der ersten und größten Kriegsbaumeister des sechszehnten Jahrhunderts, aus dessen reichen Ideen mehrere spätere Ingenieure den Hauptumriß ihrer Systeme geschöpft haben, war ein Edelmann aus Bologna. Er hat um das Jahr 1546, als Kriegsbaumeister Pabstes Paul III., Rom befestigen helfen, und nachher als Commissarius der Artillerie des Herzogs Ottavio Farnese die Aufsicht über die Pulvermühlen des Herzogthums Parma geführt. Sein ziemlich seltenes Werk über die Fortification (Della architectura militare, del Capitaneo Francesco de Marchi. Libri tre. Brescia 1599.) hat er im Jahre 1545 zu Rom angefangen und 1565 in Brüssel vollendet. Alle Außenwerke der Neuern: die halben Monde, Brillen, Zangenwerke, Tenaillons, Enveloppen ꝛc. findet man hier unter verschiedenen Zusammensetzungen. Ausführliche Nachricht von diesem merkwürdigen Buche, von dem jetzt in Italien eine neue Prachtausgabe erschienen ist, findet sich in Böhms Magazin, III. Bd. S. 193.

Masque, s. Verdeckte Batterien.

Materialien-Depot zu einer Belagerung; s. Belagerungsentwurf und Depot.

Mauerband oder Mauerkranz (Cordon) ist eine Reihe flacher Bruchsteine, oder besonders zu diesem Zweck geformter, flacher Ziegel, die vorn rund sind, so daß sie bei 1 Fuß Höhe 5 bis 6 Zoll vorspringen und abwechselnd 24 Zoll und 3 Fuß in die Mauer hinein gehen. Der ganze obere Theil der Futtermauern, auf denen die Erde des Walles liegt, muß mit einer

Lage wasserfestem Mörtel bedeckt werden. Oder man setzt oben eine Reihe flacher Ziegel in wasserfesten Mörtel, um das Eindringen der Feuchtigkeit aus der aufgeschütteten Erde zu verhindern.

Mauerbrecher oder Sturmbock (bélier) war nichts andres, als ein zwischen ein Gerüst aufgehangener großer Balken, mit dem man gegen den Fuß der Stadtmauer stieß, um sie einzustürzen. Späterhin belegte man die großen Geschütze mit diesem Namen, die insbesondere zu den Breschbatterien bestimmt waren.

Mauerlatte ist ein Rähmen, welcher bei massiven Gebäuden auf die Absätze der Umfassungsmauern gestreckt worden, um die Köpfe der Balkenlagen zu den Fußböden zu tragen, und ihnen eine gleiche Unterlage zu verschaffen. Die Mauerlatte ist gewöhnlich 4 bis 5 Zoll breit und 4 Zoll hoch, und liegt am besten um ½ Stein tief in der Mauer, damit diese nach dem Verfaulen der Mauerlatte nicht inwendig ohne Unterstützung ist und sich senken kann. Die Balken werden auf sie aufgekämmt (s. Verzahnung) und dergestalt eingetheilt: daß sie nicht unter 3 und nicht über 4 Fuß, nach Verhältniß ihrer Stärke und der Last, welche das Gebäude tragen soll, auseinander liegen. Weil nun die Köpfe dieser Balken sowohl, als die Mauerlatte, aus Mangel an Luft sehr bald stocken und faul werden, welches noch durch den Kalk vermehrt wird: muß man das Holz überall da, wo es die Steine berührt, entweder mit Lehm vermauern, oder noch besser: die Steine ganz trocken herumsetzen. Das Ueberstreichen mit warmen Theer wird zwar ebenfalls zu diesem Entzweck empfohlen, ist aber nicht hinreichend.

Mauerverband heißt die Zusammenfügung der Mauerziegel oder Bruchsteine, um der aus ihnen aufgeführten Mauer eine größere Festigkeit zu geben. Die Verbindung der Steine in den Gewölbebögen, und die Form, welche sie zu dieser Absicht haben müssen, um durch den Druck des Gewölbes nicht aus ihrer Lage verrückt zu werden (la coupe des pierres) gehört ebenfalls hierher; obgleich man öfterer nur die Lage der Steine in senkrechten Mauern darunter versteht.

Bei diesen ist die erste Hauptregel: daß die Stoßfugen jeder Schicht oder Lage durch die ganze Dicke der Mauern gehen, mit den Fugen der darunter und darüber liegenden Schichten dergestalt abwechseln müssen, daß nie zwei senkrechte Fugen aufeinander treffen. Bei dieser Lage der Steine wird zugleich der Vortheil erreicht: daß jede durch die Dicke der Mauer laufende Fu-

Digitized by Google

ge auf einem vollen Steine ruhet, und daß — wenn eine solche Mauer zum Theil abgebrochen wird, die nun erzeugte Verzahnung oder Abtreppung das Ansetzen eines neuen Mauerstückes erleichtert.

Die nach der Länge der Mauer gelegte Reihe Steine a, Fig. 182. Tab. XV. heißen Laufer (panneresse), die nach der Breite liegenden b aber Strecker oder Binder, auch Kopfziegel (boutisse). Liegen endlich die Laufer auf der schmalen Seite, heißt es eine Rollschicht, die immer da gebraucht wird, wo die Mauern oben eingezogen werden sollen, wie an den Fensterbrüstungen und bei den Grundmauern, wo Mauerlatten mit den Balkenlagen darauf ruhen sollen.

Durch die Zusammensetzung dieser verschiedenen Arten der Steinlagen entsteht nun der eigentliche Mauerverband, der den Namen des Blockverbandes bekommt, wenn er unten mit einer Streckschicht A, Fig. 182. Tab. XV. anfängt, auf der eine Laufschicht B liegt, und so abwechselnd bis zu Vollendung der Mauer. Bei Gebäuden wird zu Erleichterung des Verbandes gewöhnlich neben dem Eckstein m in jeder Schicht ein Quartierstück d (v. u. i.) gelegt; oder besser: man legt zwei Dreiquartierstücken auf der Ecke einmal als Laufer und das andere mal als Strecker, wodurch man mehr Festigkeit erlangt und die Steine nicht so sehr verhauen darf. An den Futtermauern der Festungswälle werden jedoch die Ecken immer von gehauenen Quadersteinen aufgeführt; die Mauer selbst mag aus Bruch- oder Ziegelsteinen bestehen. Da diese Quadern immer abwechselnd als Strecker und Laufer, Fig. 183. eingelegt werden, so ist klar: daß sie sich dadurch mit dem übrigen Theil der Mauer verbinden.

Bei stärkeren Mauern von $1\frac{1}{2}$ bis 3 Mauerziegellängen ist der Verband durch Abwechselung der Laufer und Strecker in jeder Schicht zu bewirken, so daß man auf einer Fronte der Mauer A die Laufer a vorn und die Strecker b hinten leget, auf der andern aber umgekehrt verfährt, indem man zugleich durch eingelegte Dreiquartierstücken c mit den Fugen abwechselt. In der darauf stehenden zweiten Schicht kommen alsdann die Laufer auf die untern Strecker und diese wieder auf jene zu liegen, B, Fig. 184. Man kann zwar den Verband auch noch auf andere Art machen; er gewährt aber alsdann entweder nicht dieselbe Festigkeit, weil die obern Fugen — wenigstens zum Theil — über den untern liegen, oder weil mehr Quartierstücken eingelegt werden müssen, wobei viel Steine bei dem Verhauen in den Bruch fallen, wenn nicht eigends gebrannte Dreiviertel-Quartierstücken vorhanden sind.

Mauern von 2 Ziegeln Dicke werden nach Gilly (Handbuch der Landbaukunst) am besten so verbunden: daß auf der

Ecke 4 Dreiviertelquartiere ff, Fig. 185. zu liegen kommen, und daß die Laufer in der untern Lage A mit den Streckern in der obern Lage B abwechseln. Den besten Blockverband für 3 Steine dicke Mauern endlich zeigt Fig. 186.; weil hier ebenfalls blos Dreiviertelquartiere zu Abwechselung der Fugen angewendet sind.

Eine noch größere Festigkeit des Mauerwerkes gewährt der Kreuzverband, wo die unterste Schicht A, Fig. 187. aus Laufern a mit einem eingelegten Strecker b, die zweite Schicht B aus Streckern b mit einem Quartierstück, und die dritte nur aus Laufern C bestehet. Auf diese folgen die übrigen Schichten B, A, B, C, B, A, C u. s. w. und gilt auch hier der allgemeine Grundsatz: daß die Stoßfugen x allezeit durch die ganze Stärke der Mauer gehen.

Zu einer 1½ Stein starken Mauer sind zu dem Kreuzverbande 4 verschiedene Schichten nöthig, A, B, C, D, Fig. 188. wo die Fugen der Laufer a durch das Kopfstück g abwechseln, das in der ersten und vierten Schicht eingelegt wird. Die Steinlagen kommen dann in folgender Ordnung übereinander: A, B, C, D, C, B u. s. f. und findet diese Art bei allen Mauern von 1½, 2½ und 3½ Stein Dicke, ihre Anwendung.

Bei 2 Stein dicken Mauern werden, außer den Quartierstücken dd auf den Ecken, Fig. 189., in der dritten Lage zwei Kopfstücken gg angebracht, um die Verwechselung der Fugen zu bewirken. So wird auch bei allen noch stärkern Mauern verfahren. Um jedoch den Futtermauern der Festungswerke einen noch größeren Widerstand gegen die Stückkugeln und gegen den Druck der Erde zu geben: werden die Steinlagen auf die Fig. 190 vorgezeichnete Weise abgewechselt, bei der die Mauerdicke gleichgültig ist, weil die Füllung der Mauer aus einander kreuzenden Steinen besteht, die wieder mit Laufern und Streckern abwechseln. Auch bei den Seitenmauern der Schleusen gewährt dieser Verband große Festigkeit, um der Gewalt des Wassers und dem Eisstoße zu widerstehen. Man sieht leicht: daß hier die übrige Mauer — wenn sonst Steine und Kalk von guter Beschaffenheit sind — nicht nachrollen kann, wenn auch vorn ein Theil der Mauer herunter geschossen worden ist. Aus diesem Grunde verwirft auch Cornelius Redelikheit (Abhandlung über die Mauerarbeit an Festungswerken) die Laufer a hier ganz, und will dagegen eine neue Art Strecker anwenden, die 1½ mal so lang sind, als die gewöhnlichen Steine, um dadurch das Abwechseln der Fugen zu bewirken.

Wenn man sich der unregelmäßigen Bruchsteine zu den Futtermauern bedient, wird gewöhnlich eine Einfassung von gehauenen Steinen gemauert, Fig. 191. A; der innere Raum aber mit Bruchsteinen und dazwischen gegossenen Kalk ausgeschüttet.

Man findet diese Art Verband (gewöhnlich unter dem Namen des polnischen bekannt) häufig an den alten Mauern der Städte und Schlösser. Man bemerkt jedoch: daß sich bisweilen ganze Stücken von der äußern Bekleidung ablösen und herunter fallen; und daß überhaupt dieser Verband nur bei einer vorzüglichen Beschaffenheit der Baumaterialien Widerstand und Dauer gewähret. Man sollte sich dieses Verfahrens nur in dem Falle bedienen, wenn man bei dem Mangel andern Steinwerkes einen bedeutenden Vorrath grober Bruchsteine hat, deren Härte das regelmäßige Behauen derselben nicht gestattet. S. Steine, künstliche.

Bei dem Mauern der Gewölbebögen wird der Verband sowohl durch die zweckmäßige Form der Steine, als durch ihre wechselseitige Lage im Gewölbe erhalten. Da nämlich die rechteckigen Bruchsteine und Mauerziegel, wenn sie mit ihren Seitenflächen nebeneinander liegen, nothwendig eine gerade Mauer bilden: können sie die Form eines Gewölbes nur dann hervorbringen, wenn sie eine unterwärts keilförmige Gestalt bekommen. Bei den Mauerziegeln, deren Stärke im Verhältniß der Weite großer Bögen gewissermaaßen nur als unbedeutend anzusehen ist, wird jene keilförmige Gestalt durch das Verhauen leicht erhalten; doch darf es nie über 1 Zoll betragen, wenn der Ziegel nicht zu schwach werden soll. Bei den regelmäßigen Bruchsteinen hingegen muß jeder Theil des Gewölbes die dem Bogen desselben entsprechende Gestalt haben, und schon vorher zweckmäßig behauen seyn.

Um nun dieses zu bewirken, muß aus der Form des Gewölbes der Brennpunkt desselben bestimmt werden, in welchem sich die verlängerten Seitenflächen aller Gewölbsteine vereinigen. An den halbkreisförmigen Bögen liegt der Brennpunkt immer auch im Mittelpunkte des Kreises; man darf daher nur den letztern in eine ungleiche Anzahl Theile zerschneiden, A, 1, 2, 3, 4, 5, B, und aus diesen Punkten Linien nach dem Mittelpunkte ziehen, C. Fig. 192., um die Gestalt der einzelnen Gewölbsteine 2 3 3 4 zu bekommen, deren jeder aus 2 geraden a, 2 schrägen b, einer konvexen c und einer konkaven Fläche d besteht. Bei den gedrückten Bögen im Gegentheil muß in Hinsicht der Lage des Brennpunktes eine eben so vielfache Abänderung möglich seyn, als sich verschiedene Arten dieser Bögen denken lassen. Sollen demnach die Steine zu einem solchen elliptischen oder gothischen Gewölbe zugehauen werden: läßt sich ihre Gestalt nur durch die verschiedenen Projectionen des Gewölbes bestimmen, durch welche man die gegenseitige Lage der Flächen des Steines findet.

Die Gewölbe sind aber in Hinsicht ihrer Form: 1) Zylindrische, 2) Halbkugelförmige, 3) Ringförmige, 4) Kegelförmige

oder Trompeten, 5) Schraubenförmige, 6) Gemischte, wo 2 der eben angeführten Gattungen zusammenstoßen; 7) Ebene, die keinen Bogen bilden, sondern deren flache Decke sich blos durch die Form der Steine erhält. Sie lassen sich jedoch nur zu Bedeckung schmaler Räume anwenden, wenn sie Widerstand und Dauer gewähren sollen. Wir haben hier nur die Verfertigung der ersten und siebenten Art zu erklären; von den andern wird weiter unten (Artik. Schießscharten, Treppen, Thüren und Thurm) gehandelt werden.

Die geraden Tonnengewölbe sind entweder halbkreisförmig, oder flach, oder tief, je nachdem die Widerlagen unterhalb des Durchmessers endigen, oder über denselben herauf gehen. Man kann übrigens die elliptischen und gothischen Gewölbe ebenfalls dahin rechnen, sobald sie nur in gerader Richtung fortgehen, wie die meisten, zum Kriegsgebrauch dienenden Gewölbe, so daß sie einen Halbzylinder bilden.

Obgleich die Theorie verbietet: den Gewölbsteinen einerlei Größe zu geben, weil wegen der Verschiedenheit ihrer senkrechten oder horizontalen Lage kein Gleichgewicht statt finden könnte, wenn man die Reibung nicht mit in Anschlag bringt: ist doch diese letztere, durch den Zusammenhang des Mörtels verstärkt, so groß: daß man gewöhnlich, ohne allen Nachtheil, die Gewölbsteine von einer und derselben Größe macht. So findet auch die Regel: „alle Gewölbe-Bögen auf den Widerlagen stär„ker zu machen, als am Schluß", hier keine Anwendung, weil sie bei dieser Form der Perkussion der auf sie fallenden Bomben nicht zu widerstehen vermöchten.

Bei dem Behauen der Steine werden sie entweder zuerst vierkantig gehauen und alsdann in der vorgeschriebenen Form bearbeitet; oder letzteres geschieht ohne weitere Vorbereitung mit den rohen, unregelmäßigen Bruchsteinen selbst. Man reißt zu dem Ende die Oeffnung des Gewölbes auf der Flur-Diele oder an einer gleichen Mauer in natürlicher Größe durch zwei concentrische Bögen ab, und theilt den innern Bogen desselben AhB, Fig. 193. in so viel ungleiche Theile, als man im Verhältniß der Größe der Bruchsteine, derselben dazu anwenden will. Man zieht nun bei einem kreisförmigen Gewölbe aus dem Mittelpunkte C die Theilungslinien 1, 5, 2, 6 ꝛc.; bei einem gedrückten (elliptischen) Gewölbe aber aus den beiden Brennpunkten des innern und äußern Bogens F und f durch die Theilungspunkte der Linien F 1 L, f 1 N, F 2 l, f 2 n. Die Hälfte dieser Winkel LM = MN, lm = mn giebt die Scheidelinien der Gewölbsteine. Die auf die Theilungspunkte gezogenen lothrechten Linien 4 p, 3 P, 2 p geben durch ihr Zusammentreffen mit den wagerechten Linien gK, 7 O, die erforderliche Größe des abgeflächten Steines, aus dem der Gewölb-

ſtein gebildet werden ſoll, und auf deſſen einander gegenüberſtehenden Flächen der Umriß 3 4 7 8 gezeichnet wird. Anſtatt einer Patrone von Holz oder Karten nach der Figur 3 4 7 8 kann man ſich bei halbkreisförmigen Gewölben eines bloßen Sperrmaaßes B** Fig. 193. bedienen, weil hier beide Flächen der Gewölbſteine gleich ſind; bei tiefern oder flächern elliptiſchen Bögen im Gegentheil fallen die Scheidungslinien der Gewölbſteine auf verſchiedene Punkte des Durchmeſſers AB, daher ſind die Winkel bei 3 und 4 ſich nicht gleich.

Der obere Theil der Gewölbſteine 7 8 darf nur in dem Falle nach der Form des Bogens behauen werden, wenn der letztere zu einem frei ſtehenden Thore dienen ſoll. Bei den Kaſematten und ähnlichen überbaueten Gewölben aber läßt man den Stein beſſer an der äußern Fläche, wie 7 0 8, wodurch die Verbindung mit dem übrigen Mauerwerk erleichtert, und vorzüglich an dem Arbeitslohne bedeutend erſpart wird. Weil man nicht allezeit Steine von der erforderlichen Größe bekommen kann, iſt es vortheilhafter: den Umriß der vordern Fläche des Gewölbſtückes 3 4 7 8 dergeſtalt auf den unregelmäßigen Stein mVyK zu legen, daß man jede ſeiner ſchmalen Seiten m4 benutzt, wo demnach ungleich weniger roher Stein abgearbeitet werden darf, wie ſich auf den erſten Blick aus den beiden Stücken mg4 und yNx, Fig. 195. ergiebt, ſo daß eine weitläuftigere Auseinanderſetzung hier überflüſſig ſeyn würde.

Sollen ſchräge Bogen gewölbt werden, deren Widerlagen von ungleicher Größe ſind, wie bei Auffahrten, unter denen hindurch gehende Kaſematten liegen, u. dgl., iſt eine ganz andere Conſtruction nöthig, die weiter unten (Artik. Treppengewölbe) gezeigt werden wird.

Die Minengänge ſind öfters ſteigend oder fallend, wie die Rameaux der Etageminen; oder ſie geben ſeitswärts in verſchiedenen Richtungen von der Haugtgallerie ab: beides erfordert eine veränderte Bearbeitung der Gewölbſteine, die wir hier anzeigen wollen.

Nachdem für die ſteigenden oder fallenden Gänge die Hälfte der Grundfläche R O Ap B — weil ihr die andere Hälfte vollkommen gleich und ähnlich iſt — und die Höhe OC, Fig. 195. verzeichnet worden, um die ſich der Gang mit dem einen Ende über den Horizont erhebt: zeichnet man mit der halben innern Weite des Gewölbes Rb aus C den Viertelkreis h 1 a, der an der einen Seite auf der verlängerten Linie OC, und auf der andern an CA endet, die mit RO gleichlaufend iſt. Der concentriſche Kreis A s H iſt die äußere Fläche des Bogens, wo man nun aus C die Eintheilungen der Gewölbſteine 1 5, 2 6 ziehen kann, indem man allezeit oben bei Hh nur die Hälfte des Schlußſteines einträgt. Die durch 1 und 2 gezogenen Pa-

rallelen von OR, welche in f und g die Senkrechte OH durchschneiden, und die andern, mit der steigenden Linie RC gleichlaufenden Linien HE, he, fF, gG vollenden den Durchschnitt des Gewölbes, unter den der halbe Grundriß Rb' a' und RB' A' getragen wird. Man hat auf diese Weise Grundriß und Durchschnitt des steigenden Gewölbes, um die Form der dazu gehörigen Steine bestimmen zu können. In dieser Absicht werden aus den Durchschnittspunkten 1 und 2 lothrechte Linien auf CA gezogen, die sie in K und i durchschneiden, damit man Ck und Ci nach p^2 und p^1 tragen kann, welche die Projectionen der Anstoßflächen auf dem ansteigenden Grundriß geben. Durch f und g, wo die Linien 2f und 1g mit OH zusammentreffen, werden Senkrechte auf RC gezogen, bis sie an jene Projectionen und die verlängerte RC stoßen, so ist die durch $h\ 2'\ 1'\ a'$ gezogene krumme Linie die Projection der konkaven untern Fläche der Gewölbsteine.

Um eben so zu finden, um wie viel die vordere Ecke der untern (konkaven) Fläche überhängt oder zurück liegt, zieht man durch eFG Senkrechte auf RC, bis sie in F' und g' mit den Projectionen der Seitenflächen zusammenstoßen, wodurch man die zurück liegende krumme Linie $C'\ F'\ g'\ b'$ bekommt.

Da RC und eh gleichlaufend sind: ist OCR = Che, und d und O sind rechte Winkel; daher

Ch : Cd = CR : RO = Cg : Cu = Cf : Ct;

In einem halbkreisförmigen Gewölbe verhält sich demnach das Ueberhängen desselben, wie Ch zu Cd, oder wie der Winkel des Steigens zu seiner horizontalen Projection. Jede willkührlich auf RC angenommene Senkrechte eC' giebt deshalb die Höhen der Seitenflächen, und man darf blos noch die unveränderlichen horizontalen Breiten auf die Grundfläche und die ihr gleichlaufenden Linien tragen; nämlich Ca von C nach a; von U nach $1'$; Cp^2 von F nach $2'$ ꝛc.

Für die Größe der untern Fläche der Gewölbsteine werden senkrecht auf RC durch F, G, R Linien gezogen, und aus einem willkührlichen Punkte m die Sehnen der Bögen $a'\ 1'$, $1'\ 2'$ ꝛc. nach n^2, n^1 und a^d getragen, und aus diesen Punkten Senkrechte auf Ra^d gezogen, bis sie die durch G und F gehenden Parallelen durchschneiden. Die beiden Winkel $Pa\ 1$ und $a^d\ 1^d\ n^1$ machen nun das Vordertheil der Schablone für die Unterfläche des ersten vordern Gewölbsteines, ihre Complemente aber $Qa'\ 1'$, und $a^d\ 1^d\ u$ die des ersten hintern Gewölbsteines, dessen Schräge mit der des vordern gleich angenommen wird.

Zu den Schablonen der Seitenflächen dient der äußere Bogen HsA, oder auch eine willkührlich angenommene Höhe des Gewölbsteines 1 5, von der man eine Senkrechte auf CH, aus dem Durchschnittspunkt x aber, mit EH gleichlaufend, xY,

Digitized by Google

und rechtwinklich mit dieser Yy ziehet. Man trägt nun die Höhe 1, 5 aus 1^{II} nach y, und macht y 5 gleichlaufend mit RC; so hat man die Vordertheile der beiden Seitenflächen der überhängenden Bögen $sy1^{II}u$ und $zy1^{II}n^{I}$.

Will man sich anstatt der Schablone eines Schrägemaaßes bedienen: so zieht man zu dem hier als Beispiel angenommenen zweiten Gewölbsteine durch 1 die Waagerechte 1L, welche die Seitenfläche des obern Profils fF durchschneidet. Wird nun durch den Punkt 2, senkrecht auf die Sehne 2 1 die Linie $2x^{I}$ gezogen, und dadurch 1 L durchschnitten: bekommt man den Punkt für die Senkrechte $x^{I}S = x^{I}L$, daß man $x^{I}y^{I} = x^{I}2$ machen und Sy^{I} ziehen kann, um den Winkel $Sx^{I}L$ für das Schrägemaaß zu erhalten.

Dieses etwas langweilige Verfahren ist jedoch nur dann nothwendig, wenn die Gewölbsteine aus großen Quadern gehauen werden sollen. Zu Anfertigung der Schablonen allein ist das Profil in Verbindung mit dem vordern Bogen und seinen Lothen hinreichend. Die Länge der Seitenflächen nämlich giebt das Profil: die Entfernung des untern Bogens von dem obern giebt den Aufriß der Vorderseite; ihre Schräge endlich wird durch die senkrechten Linien auf RC bestimmt, wo $Gz = Yz$. Man hat demnach die Schablonen der Seitenflächen und der untern Fläche; die der vordern folgen aus dem Aufriß, und weiter bedarf es keiner!

Stoßen an horizontale Tonnengewölbe andere in schräger Richtung an, kommen zwei Bögen in Betracht: der, welcher die Axe des Gewölbes senkrecht durchschneidet, und der schräge, welcher die Abweichung des Gewölbes von der Axe anzeigt. Beide Bögen müssen demnach eine gleiche Anzahl Gewölbsteine enthalten, so daß jede Verlangerung ihrer Seitenflächen die Axe durchschneidet.

Bei einem halbkreisförmigen Gewölbe hat die Verzeichnung keine Schwierigkeit. Man verlängert (nach des P. Dernes Vorschrift) die Seite EA des Grundrisses ABEF, Fig. 196. und zieht die Senkrechte BD, auf welche der gerade Kreis DHB beschrieben und in die zugehörigen, hier aber gleich grossen Gewölbsteine getheilt wird, so daß die, durch diese Punkte gezogene, der Axe gleich laufenden Linien die Projectionen AB des schrägen Gewölbes in 1^{a}, 2^{a}, 3^{a}, g durchschneiden, ihrerseits aber von den mit DB gleichlaufenden Linien AK. rl, sn durchschnitten werden. KL, mn zeigen nun die Schräge der Vorderseite der untern Fläche bei den Gewölbsteinen an, und man bekommt durch ein ähnliches Verfahren auf EF für die untere Fläche des ersten Steines das Trapez Klfe, für die des zweiten mnqo, und für den Schlußstein $2^{a}3^{a}3^{a}2^{a}$. Mehr bedarf es nicht, weil man diese Flächen nur umwenden darf,

Digitized by Google

damit sie für die Gewölbsteine der andern Fläche dienen. Für die Seitenflächen derselben geben die durch die Punkte s, r, wo jene Parallelen AK, rl, sn die Seitenwand berühren, auf den Mittelpunkt C gezogenen Linien su, rt, so wie die auf c gezogenen VS und RT die Trapeze TRtr, VSus, deren Höhen SV von der Stärke des Gewölbes abhängen und daher willkührlich sind. Der schräge Bogen AB ist eine halbe elliptische Linie, deren große Are AB und deren kleine DB ist, wodurch dann auch die Vorderflächen der Gewölbsteine bestimmt werden.

Weil jedoch dieses Verfahren, das gewöhnlich von den Steinmetzen bei dem Zuhauen der Gewölbsteine befolgt wird, mathematisch unrichtig ist, da die Vorderflächen nicht auf dem Bogen AB senkrecht stehen, wie es doch eigentlich seyn sollte: giebt Frezier folgendes richtigere Verfahren an:

Nachdem man den innern kreisförmigen oder elliptischen Bogen in die zugehörigen Gewölbsteine 1 5, 2 6, 3 7, 4 8 getheilt hat, Fig. 197., zieht man aus den Theilungspunkten 1, 2, 3, 4 die Senkrechte $1p^1$ auf den Durchmesser ab, und von hier die Parallelen mit der Are p^1r^1, p^2r^2, p^3r^3, p^4r^4. Ein gleiches geschieht rücksichtlich des äußern Bogens AHB.

Für den geraden Bogen wird DB senkrecht durch die Are CN gezogen und giebt die kleine Are, so wie der Durchmesser ab die große Are der Ellipse, die nun auf die bekannte Weise in DXR beschrieben wird, und die Projection der Seitenflächen in r^1, r^2, r^3, r^4 durchschneidet. Diese Abtheilungen der Gewölbsteine sind durch die Projection unter sich ungleich, obgleich sie auf dem schrägen Bogen als gleich angenommen werden. Sie werden auf dem geraden und elliptischen Bogen dB eben so aus dem Mittelpunkte C gezogen, als ob er halbkreisförmig wäre, damit sie auf die Abtheilungen des schrägen Bogens treffen; die Gewölbsteine würden außerdem sehr schwer zu bearbeiten seyn.

Hat das Gewölbe keine runde Außenfläche, muß man auch für diese den elliptischen Bogen dxB mit dem Bogen DXB gleichförmig ziehen, der die Abtheilungen in r^5, r^6, r^7 und r^8 durchschneidet. Oder, man bekommt sie vermittelst der Projection der Außenseite des schrägen Bogens $5p^5e^5r^5$, $6p^6r^6$, $7p^7r^7$, $8p^8r^8$. von welchen die Länge der Abtheilungen abgeschnitten wird. Es tritt jedoch nur selten der Fall ein, daß man dieses äußern Bogens bedarf, weil die schrägen Gewölbe in den Minengängen und Poternen gewöhnlich mehrere Fuß Erde über sich haben. Sollte jedoch das Gewölbe frei stehen: muß man durchaus den andern Bogen als eine gedrückte Ellipse bilden, damit der gerade Bogen halbkreisförmig wird. Eine Regel, die nur zu oft vernachlässigt worden ist!

Digitized by Google

Aus dem gefundenen vordern Umriß, den Abtheilungspunkten der Gewölbsteine und den Winkeln der untern und Seitenflächen, und endlich aus dem Unterschiede ihren Seitenlängen ergeben sich dann die geraden innern Flächen als Trapeze, wie AdDa, deren Länge sich unverändert aus den Projectionslinien Da, $1p^1$, $2p^2$, $3p^3$, $4p^4$ und Rb ergiebt. Zu den Seitenflächen zieht man ihre vordere Linie $r^5 r^1$ oder $r^6 r^2$ besonders, und errichtet die Senkrechten $r^6 h$ und $r^2 i$ an ihren Enden, welche vermittelst der, aus r^6 und r^2 auf sie getragenen Längen $6p^6$ und $2p^2$ das Trapez der Seitenflächen geben.

Die ebnen Gewölbe unterscheiden sich von den vorhergehenden dadurch: daß ihre Decke keinen Bogen, sondern eine ebne Fläche bildet. Die Gewölbsteine halten sich hier zwar oben auch gegenseitig durch ihre keilartige Form: sind jedoch bei weitem keines solchen Widerstandes fähig, wie bei den bogenförmigen Gewölben. Man findet sie daher auch nur bisweilen an den Thoren der Festungen (w. u. i.), damit das Gerüste der Aufziehbrücke daran schlagen kann, wenn sie aufgezogen ist. In der bürgerlichen Baukunst ist diese Construction häufiger, wenn man größere steinerne Decken nöthig hat, als die gewöhnliche Größe der Steine erlaubt, und es dennoch an Raum fehlt: oben einen Bogen zu wölben. Der französische Ingenieur Abbeille hat 1699 eine besondere Art Decken aus in einander gefügten Steinen erfunden, deren nähere Beschreibung aber hier nicht an ihrem Orte seyn würde.

Wenn die bogenförmig gewölbten Minengänge zusammenstoßen: geschieht es entweder rechtwinklich, oder schief. Dabei liegen die Schlußsteine nnd die Sohle beider entweder in einer und ebenderselben Horizontalfläche, oder nicht. In dem Falle gleich hoher Gallerien von verschiedener Breite kann man den Constructionsbogen auf verschiedene Art machen:

1) Senkrecht auf einer Axe, wie EB oder Dr, Fig. 198.
2) Auf einer der Vorderseiten, die vielleicht schräge ist, wie EK.
3) Schräge und gleichlaufend mit der Axe des anstoßenden Gewölbes, wie EB und DB.

Nachdem auf diesen Bogen (hier BHE), gleichviel ob Kreis oder Ellipse, die Eintheilung in die Gewölbsteine 1, 2, 3, 4 geschehen und der Durchmesser BE von den Senkrechten aus diesen Punkten in f, g, i, k durchschnitten ist: werden aus letztern, gleichlaufend mit der Axe des Gewölbes, die Linien fa^1, ga^2, ib^3, kb^4, und ferner $a^1 o$, $a^2 h$, $b^3 m$, $b^4 l$ gezogen, wodurch man die gleichmäßigen Abtheilungen für alle Richtungen der Gewölbbögen bekommt, und diese nun vermittelst der gleichen Ordinaten ziehen kann. Man trägt zu dem Ende 1f auf AB, um $a^1 d^1$ zu bekommen: ferner auf DB für die Ordinate ou^1 ꝛc.;

Digitized by Google

endlich auf Dr wie Qr² u. s. f., bis man die Ellipse durch die gefundenen Punkte ziehen kann.

Um nun das Schrägemaaß für den Winkel des Zusammentreffens der untern Flächen zu bestimmen, z. B. in dem Bogen ATB für die Sehne d² d²: nimmt man auf dem Bogen BHE die Höhe t 2 der Linie t 1 = f g, und trägt sie, senkrecht auf AB nach x, um x a² und die zu ihr Senkrechte, x y zu bekommen. In y wird eine zweite Senkrechte auf AB errichtet, welche in 8 und 9 auf die Projectionen der ersten Seitenflächen jeden Gewölbes a¹ p¹, a² Q trifft. Wird nun y z = y x, und z mit 8 und 9 zusammengezogen, erhält man in z den Winkel für das Schrägemaaß.

Obgleich dieser Winkel bis auf die Hälfte des Gewölbes S ein eingehender, von S nach B aber vorspringend ist: bleibt er doch für jede gleiche Reihe Gewölbsteine zu beiden Seiten immer derselbe. Man darf das Schrägemaaß nur einmal inwendig, und dann mit seiner äußern Seite anwenden. Auf diese Weise hat man zu dem Behauen der Steine die vordern Flächen, hier 5' 1' 2' 6' auf der Linie EK; die untern Flächen werden vermittelst der Projectionen der langen Seiten und durch die Sehnen der kleinen Bögen bestimmt, indem man die gleichlaufenden Seiten a² p² und a² p, die Sehne 1' 2' des geraden Bogens EVR und endlich auch die Sehne 1' 2' des Vereinigungsbogens ATB. Auf die nämliche Art findet man die untere Fläche der Steine für das andere Gewölbe, indem man 8 q senkrecht auf die Projectionen der Fuge a² Q setzt, wodurch man die beiden Seiten a² 8 und a² q der trapezförmigen Unterfläche bekommt, deren schmale Seiten 1' 2' auf dem geraden Bogen Dur und 1ᵈ 2ᵈ auf dem schrägen Bogen ATB sind. Die Seitenflächen ergeben sich von selbst aus den untern, mit denen sie schon zwei gemeinschaftliche Seiten haben. Ihre Breite hängt von der Dicke des Gewölbes ab, und wird daher bei überbauten Bögen gewissermaaßen willkührlich angenommen. Die Winkel endlich werden auf dem geraden Bogen jedes Gewölbes gefunden, 2' 1' 5' und 2' 1' 6', nicht minder D 1' 5ⁿ und 5' 1' 2', u. s. w.

Stoßen die Gewölbe nicht blos zusammen, sondern durchschneiden sie einander: bildet sie eine vierfache Wiederholung der vorher beschriebenen, Fig. 199. und ihr Schlußstein C** wird kreuzförmig gearbeitet. Bei den Minengängen wird jedoch hier gewöhnlich ein Dom- oder Kreuzgewölbe (w. n. i.) angebracht, und oben als eine Kuppel zugewölbet, wie weiter unten (Art. Thurm) beschrieben werden wird.

Wenn die anstoßenden Gallerien niedriger sind, als der Hauptgang, wie gewöhnlich die Nebenäste oder Rameaux der Minen: entsteht ein gerades oder schräges, ungleiches

Kreuzgewölbe (Lunette droite oder biaise), das folgendergestalt gebildet wird:

Für das schräge Anstoßen errichtet man auf einer Seite GK, Fig. 200. Tab. XVI. aus einem willkührlichen Punkte K die Senkrechte KL, die zum Durchmesser eines Halbkreises KHL dient, um die Gewölbsteine 1, 2, 3, 4 auf demselben abtheilen, um mit den Seitenwänden FI und GK gleichlaufende Linien ziehen zu können. Auf die Senkrechte Bh werden die innern Höhen des Bogens KHL getragen: 1p¹ nach Bf¹, 2p² nach Bf², und CH nach Bh. Die aus diesen Punkten mit AB gleichlaufenden Linien durchschneiden den innern Bogen des gröſsern Gewölbes AB in s, y, x, aus dem die Senkrechten sS, yy³, xx⁴ die Projectionen der Gewölbsteine des anstoßenden Gewölbes durchschneiden, und dadurch die Punkte für die Abtheilung der untern Flächen jener Gewölbsteine F, x¹, y², y³, x⁴, G geben.

Man verlängert hierauf KL nach L¹, und trägt aus dem willkührlichen Punkte K¹ die Sehne der Bögen L1, 12, 23, 34, 4K nach L¹, um die senkrechte Linie L¹F¹, d¹1¹ ꝛc. zu bekommen, auf welche man die Entfernungen des Durchmessers KL von den Linien KI oder GF trägt, und dadurch die Punkte I¹, q¹, q², q³, q⁴ für die schräge Vorderseite der Gewölbsteine bestimmt. Die gegenüberstehende Seite F¹1¹ ꝛc. wird eben so durch die Entfernung der Punkte x¹, y², y³, x⁴, von dem Durchmesser KL gefunden. Wenn man hier anstatt der geraden Linien G¹4¹ die krumme G¹a4¹3¹bc ꝛc. wählt, bekommt man die wirkliche Anstoßfläche des Gewölbes an das gröſsere.

Auf gleiche Art wird auch ein gerader Anstoßbogen fhg gebildet, bei dem das Verfahren einfacher und folglich auch leichter ist, weil derselbe Bogen auch hier zugleich denjenigen giebt, welcher auf der äußern Fläche des Gewölbes erzeugt wird; während bei dem schrägen Anstoß der äußere Bogen von dem geraden abweicht.

Für die untern Flächen der Gewölbsteine zieht man aus den gefundenen Punkten F, x¹, y², y³, x⁴, G auf BD senkrechte Linien, gleichviel ob einwärts oder auswärts, die von einer andern, willkührlich gezogenen Senkrechten in x° y° Y° X° durchschnitten werden. Diese Linie stellt den Anfang des Gewölbes ABDE auf dem Theile FG der Widerlage vor, wenn er wirklich auf letzterer sich befindet. Finge sich das Gewölbe aber höher an, TV: müßte es auch um diese Höhe über B gelegt werden, und die Linie der Widerlage niedriger nach f°g° zu liegen kommen. Ist nun F° der Anfangspunkt: so trägt man die Sehne Bx aus F° nach x¹, und xy aus x¹ nach y¹; die Parallelen von F°G° geben alsdann vermittelst der Durchschnittspunkte x¹, x⁴, y², y³ die gesuchten Maaße, wo die Punkte y²

Digitized by Google

und y^3 dem Schlußsteine und den zunächst desselben liegenden Steinen gemein sind. Eben so gehört $x^1 x^4$ zugleich der obern Fläche des ersten, und der untern Fläche des zweiten Gewölbsteines an. Man findet so die Winkel der Vorderseiten der Unterflächen des großen Gewölbes, wo sie an die Steine des kleinen Gewölbes stoßen: wie $x^4 x^1 F^o$, welcher neben dem Vordertheile $F^1 1^d$ zu liegen kommt u. s. f., bis alle Gewölbsteine in Hinsicht ihrer untern und Seitenflächen bestimmt sind.

Werden die Gewölbbögen nicht aus Bruchsteinen aufgeführt, sondern mit Ziegeln übermauert: kann dieses auf zweierlei Weise geschehen: entweder gerade, wo die Mauersteine nach der Länge des Gewölbes gelegt werden; oder auf den Schwalbenschwanz, Fig. 201. Tab. XVI., welches einen ungleich bessern und dauerhaftern Verband giebt, obwohl das Verfahren dabei etwas schwieriger ist und mehr Aufmerksamkeit und Genauigkeit erfordert. Man muß hier die Steine nach Verhältniß ihrer Lage auf dem Lehrbogen von einer Seite gehörig verbauen, c d und c f. Fig. 202., damit sie mit der geraden Seite des Nebensteines gehörig zusammenschließen. Das Gewölbe wird aus allen 4 Ecken a a und d d, Fig. 201. zugleich hervorgemauert; damit aber bei dem Schlusse die Ziegelreihen in der Mitte ein Viereck bilden, legen die Maurer in C eine dreiseitige Setzwage an, deren Lothlinie c m genau auf die Mitte des Lehrbogens trifft. Die Seitenlinien der Setzwage geben nun die Richtung der Steinschichten an, damit der gehörige vierseitige Schluß hervorgebracht wird. Man kann das Wölben jedoch nur aus 2 Seiten a a oder d d zugleich anfangen. Man mauert hier bis zur Hälfte des Gewölbes 1 fort, und holt alsdann die andern beiden Seiten nach. Die Lehrbögen müssen dabei durchaus so gestellt werden, daß die Schaalung von hinten vorwärts um einige Zolle ansteiget, weil dadurch das Gewölbe, nächst ihrer eigentlichen Spannung nun auch nach der Länge einen verstärkten Widerstand leistet.

Die Kreuzgewölbe werden mit zwei sich durchschneidenden Bogen d oder Gräten aus den Ecken gewölbet, zwischen diesen aber nachher die Kappen b, Fig. 203. Tab. XVI. eingesetzt. Die zweite Schicht Steine wird hier immer auf den Schwalbenschwanz gemauert, wie vorher beschrieben worden. Bei langen Gewölben werden in schicklicher Entfernung (12 bis 16 Fuß) Gurtbogen aufgeführt, und die Kreuzgewölbe zwischen sie gelegt; bei großen Räumen mauert man wohl auch in der Mitte eine Säule auf, die dem Gurtbogen zur Widerlage dient, um die Kreuzgewölbe zwischen letztere legen zu können.

Wenn die Kappen der Kreuzgewölbe einen Halbkreis bilden: so müssen die weitern Grade oder Gräten nothwendig einen größern und flachern Bogen bilden, weil sie mit jenen ei-

Digitized by Google

nerlei Höhe haben. Zu Bestimmung des Lehrbogens werden demnach in eine gleiche Anzahl Ordinaten getheilt, wo die in beiden Bögen einander zukommenden einerlei Höhe haben, und im flachen Bogen den gehörigen Umriß geben. Man pflegt jedoch die Kappen an der Stirnmauer bis oben hinauf um den sechzigsten Theil der Gräte steigen (d. h. sich erheben) zu lassen, und muß deshalb so viel der mittlern Höhe des Bogens zusetzen.

Bei dem Wölben des Bogens werden die Steine wie Fig. 203. g g, oder wie h k zu den Gräten verhauen, und auf den Lehrbogen gelegt; die Kappen g d, g c aber aus freier Hand von diesen Steinen nach dem Absatz in den Stern hinüber gewölbet. Die Steine der zweiten Schicht b e und b f decken die Fugen der untern; die dritte Schicht aber ist wieder, wie die erste u. s. f. bis zu der gehörigen Stärke des Gewölbes, im Verhältniß der Last, welche es zu tragen bekommt und des erforderlichen Widerstandes.

Sind die vier Seiten eines Kreuzgewölbes von verschiedener Länge, so kann 1) nur die kleinste Seite auf einem vollen Halbkreis gewölbt werden; 2) dürfen die Gräten nicht über den Diagonalen A V und E B liegen, weil diese sich nicht in der Mitte des Gewölbes durchschneiden; müssen die Lehrbogen zu den Gräten jeder aus 2 Stücken bestehen, welche in die Einschnitte des Mönches (w. n. i.) eingeschoben werden.

Um demnach die Richtung der Gräten und die Höhe des Gewölbes zu bestimmen, werden die Linien E B und A V in der Mitte getheilt, und aus den vier Punkten E, B, A, V die Bögen S t, h i, K l und m p beschrieben. Das Zusammenkommen dieser Bögen in u bestimmt den Punkt für die wirkliche Mitte des Gewölbes.

Mauerwerk (Maçonnerie) wird bei den Festungswerken aus Bruchsteinen aufgeführt, welche allezeit die größte Dauer und den größten Widerstand gewähren, wie schon oben (Artikel Futtermauern) gesagt worden ist. Um mehr Verbindung der Mauer durch den Mörtel und zugleich ein besseres Ansehen bei den gehauenen Steinen hervorzubringen, behaueten die Alten die äußern Seiten der Steine so, daß sie genau aneinander lagen, inwendig aber die Fugen sich um 1 Zoll erweiterten, um den Mörtel zwischen sich aufzunehmen, ohne daß er auf der äußern Seite zu sehen war.

Es mag nun aber die Mauer von Bruchsteinen oder Ziegeln aufgeführt werden: muß man doch die strengste Aufsicht auf die Maurer haben: daß sie bei ihrer Arbeit die Steine gehörig benetzen, niemals hölzerne Keile unter die gehauenen Steine schieben, wenn diese vielleicht nicht gleich aufliegen, sondern ein La-

Digitized by Google

ger von Mörtel mit gröblich zerstoßenen Steinen machen; endlich, daß sie immer genau lothrecht, oder auch nach der vorgeschriebenen Böschung aufmauern. Sie dürfen daher auch nie in den Feierstunden und ohne Aufsicht an den Futtermauern arbeiten; der Gegenstand ist zu wichtig, als daß hier ein geringer und im Ganzen unbedeutender Gewinn in Anschlag kommen dürfte.

Bei 10 bis 12 Fuß dicken, rohen Mauern kann ein fleißiger Maurer täglich eine Schachtruthe aufführen; oder bei 2 Fuß dicken, mit Einschluß der Aufstellung des Gerüstes, 72 Würfelfuß. Man darf jedoch bei weniger guten Arbeitern nicht ganz auf diese Arbeit, sondern nur auf $\frac{2}{3}$ derselben rechnen. Sind die Materialien über 20 Schritt herbeizuholen, muß man zugleich auf jeden Maurer zwei Handlanger geben.

Es ist oben des polnischen Verbandes erwähnt worden (Mauerverband), wo niemals eine gute und dauerhafte Verbindung mit der inwendigen Ausfütterung statt findet, wenn der Mörtel (w. n. i.) nicht von ganz vorzüglicher Güte ist, um sich mit den Füllsteinen und der äußern Wand zu einem festen Ganzen zu verbinden. In dieser Voraussetzung jedoch schlägt Hr. Fleuret (l'Art de composer des pierres factices. 4to. Paris 1807.) eine ebenfalls bei den Römern, auch noch jetzt in Schweden übliche Bauart vor, die dem sogenannten Pisébau darinnen ähnlich ist, daß sie auch zwischen parallelen Bretwänden aufgeführt werden muß, um der Mauer anfangs Festigkeit zu verschaffen, bis durch das Austrocknen die bindende Kraft des Mörtels wirksam wird. Die äußere Seite dieses Mauerwerkes besteht aus großen, gespaltenen Feldsteinen, die zwischen den Bretwänden, mit der ebenen Fläche auswärts, aufgemauert und inwendig mit kleinen Steinen und Mörtel ausgefüttert sind. In Metz finden sich noch so gebauete Mauern (Fig. 205. Tab. XVI.), durch die von 3 zu 3 Fuß, mehr oder weniger, 3 Schichten Mauerziegel laufen, um die Verbindung zu verstärken. Bei Aufführung der Futtermauern, die sich allezeit hinten an den Erdwall lehn, würde es nur einer Bretwand vorn bedürfen, sobald man gewiß ist: daß der Mörtel sich fest genug mit den runden hintern Flächen der Feldsteine verbindet, um der Mauer den erforderlichen Widerstand gegen die feindl. Stückkugeln zu verschaffen. Die kleinen, zur Ausfütterung dienenden Steine müssen bei dem Einschütten mit eisernen Hacken gut durchrührt werden, damit sie sich mit dem Mörtel verbinden und von Lage zu Lage eine waagerechte Fläche bilden.

Mauerziegel, s. Ziegel.

Digitized by Google

Maus (souris porte-feux) ist eine 15 Zoll lange, schwache Kette, an deren jedem Ende eine Schnur von hinreichender Länge befestigt, und um deren Mitte ein etwa 9 Zoll langes Stück aufgedrehter Lunte befestigt ist. Die Schnur wird durch die Leitrinne abcdef gezogen, die aus glatt gehobelten Bretern zusammengeschlagen, und besonders an der Ecke b sehr eben seyn muß, damit die Lunte bei dem Durchgehen nicht anstößt und hängen bleiben, oder verlöscht werden kann. Die Leitrinne ist so lang, daß sie wenigstens bis über den Versatz hervor geht, damit die Kette mit der Lunte nach beendigter Ladung und Verdämmung sich außerhalb der letztern befindet. Wird nun die Lunte angezündet und die Schnur nach der Richtung cgf gezogen, so geht die Kette in der Rinne nach a, und die Ladung bekommt, vermittelst des hier verbreiteten Mehlpulvers, Feuer. Dieses, von dem franz. General Rugy erfundene Mittel, dem Nachtheile des durch die Zündwurst erzeugten Pulverdampfes abzuhelfen, hat jedoch seine Bestimmung nicht immer erfüllt, sondern ist mehreremale fehlgeschlagen, obgleich die Leitrinnen gehobelt und mit aller Sorgfalt zusammengefügt waren. Es würde sichrer seyn: anstatt der Lunte sich eines Stückes Zündlicht zu bedienen, das man mit geglühetem Drath auf die Mitte der Kette befestiget, und bei dem das Verlöschen in keinem Falle zu befürchten ist, wie auch ein zu Metz angestellter Versuch erwiesen hat.

Mergelkalk, s. Kalk.

Mezzanine, oder Halbfenster, werden in dem Kellergeschoß, oder auch bei sehr hohen Stockwerken, in dem obern Halbgeschoß angebracht, und haben gewöhnlich blos ihre Breite zur Höhe.

S. Micheli, ein Kriegsbaumeister aus Verona, war der erste Erfinder der noch jetzt üblichen Bollwerke, womit er seine Vaterstadt 1530 befestigte (s. Bollwerk). Dieser Baumeister war 1484 zu Verona geboren, und ging in seinem sechzehnten Jahre nach Rom, die Baukunst zu studiren. Er ward nachher vom Pabst Clemens VIII., dem Herzog Sforza von Mailand und Kaiser Karl V. gebraucht, mehrere Städte zu befestigen, oder die schon vorhandenen Befestigungen zu verbessern. Unter den von ihm ganz neu angelegten Festungen sind vorzüglich die dalmatischen Festungen Napoli di Romania, Candia und das Kastel St. Andrea del Lido merkwürdig, welches letztere auf einem durchaus sumpfigen Boden durchaus von Quadern aufgeführt ist. Er starb im Jahr 1559.

Mine (Mine) ist in sofern, als sie blos einen unterirdischen Gang andeutet, eine sehr alte Erfindung. Schon die Römer bedienten sich ihrer, um unter dem Fuß der Ringmauern hindurch in die feindlichen Städte zu dringen. Späterhin jedoch, als nach der Erfindung des Schießpulvers der Gebrauch desselben im Kriege auf eine immer mehrfachere Weise versucht ward: brachte man eine Menge desselben in jenen unterirdischen Gängen an, und sprengte durch die Explosion desselben die darüber liegenden Mauern und Festungswerke in die Luft. Peter Navarro, ein Italiener, erwarb sich gegen das Ende des sechzehnten Jahrhunderts zuerst dieses Verdienst, und bewirkte vorzüglich dadurch die Eroberung der beiden Schlösser von Neapel durch die Spanier. Bald überzeugte man sich von den großen Wirkungen dieser neuen Erfindung, und wandte sie in den folgenden Kriegen sehr häufig an; unbekannt jedoch mit den mathematischen und physischen Grundsätzen, auf denen die Führung der Minengänge und die Bestimmung der zweckmäßigen Ladungen beruhet, konnten die Minirer nur selten das verlangte Resultat herbeiführen. Louis Collado lehrte zwar zuerst den Punkt durch geometrische Operationen finden, nach dem man die unterirdischen Gallerien führen wollte: dennoch blieb die Ausübung empirisch und ungewiß; denn in der Belagerung von Ofen 1686 schlug eine Mine der Kaiserlichen rückwärts und verschüttete die Sappen; man fand dieses Fehlschlagen in mehreren Belagerungen des siebenzehnten Jahrhunderts wiederholt.

Vauban, der sich so viel Verdienste um den Belagerungskrieg erwarb, machte auch die Minirkunst zu einem Gegenstande seiner Untersuchungen. Er nahm den Hrn. v. Megrigny, einen erfahrnen Mineuroffizier, zu Hülfe, und so entstanden die Tournayschen Versuche, auf welchen ihr Urheber Megrigny seine Theorie und Vauban die Berechnung seiner Tafeln der Minenladungen gründete. Diese Versuche wurden auf dem Glacis der Citadelle von Dornick, in einem fetten und ziemlich festen Boden angestellt, durch den in einer Tiefe von 10 bis 20 Fuß sehr harte Thonlagen gingen: die letzte Mine aber ward unter den Trümmern eines alten Thurmes angelegt. Man schloß aus den in nachstehender Tafel aufgeführten Resultaten dieser Versuche:

1) Daß die Wirkungen einer zu stark und einer schwach geladenen Mine durchaus gleich sind.

2) Daß bei 12 Fuß kürzester Widerstandslinie 150 Pfund Pulver einen Trichter auswerfen, der die Gestalt eines abgestumpften Kegels hat, und oben 24 Fuß, unten aber 12 Fuß weit ist.

Digitized by Google

3) Daß die Ladungen im Verhältniß der Würfelzahlen der kürzesten Widerstandslinie zunehmen müssen, um immer ähnliche Trichter herauszuheben.

4) Die Höhe der Erdgarbe sey alsdann der kürzesten Widerstandslinie gleich.

5) Zwei zu schwach geladene Minen, die um ihre kürzeste Widerstandslinie voneinander liegen, bilden dennoch keinen Trichter.

6) Vier eben so weit auseinander liegende Minen, nach jenem Grundsatze geladen und zugleich gezündet, geben keinen größern Trichter, als eine einzige Mine, die mit der ganzen Pulvermenge der vier Minenladungen geladen ist.

7) Ein festerer Boden ändert die Größe des Trichters nicht; die Erde wird blos mit größerer Gewalt herausgeworfen.

8) Es darf aus dieser Rücksicht auch die Minenladung in einem festeren Boden nicht verringert werden.

9) Alle leere Räume, als Kammern, Gallerien ꝛc. werden eingedrückt, wenn sie nur um die Weite der kürzesten Widerstandslinie von der springenden Mine entfernt sind.

Tafel der Tournayschen Versuche.

Kürzeste Widerst. Linie. Fuß.	Ladung. Pfund.	Weite d. Trichters. Fuß.	Durchmesser d. Kammer. Fuß	Höhe der Erdgarbe. Fuß.	Anmerkungen.
12	200	26	—	30	
12	100	5	—	5	
12	150	24	12	12	
12	150	24	12	12	
24	300	5—6	—	—	Man wollte versuchen:
24	500	12	—	—	ob hier durch die doppelte Ladung auch eine verhältnißmäßige Wirkung hervorgebracht würde.
24	1400	42	—	—	
24	1200	48	24	24	
36	4050	72	36	36	
12	100	—	—	—	Es entstanden keine Trichter.
12	100	—	—	—	
20	700	—	—	—	Es entstand ein sehr tiefer Trichter, als diese 4 Minen zugleich sprangen.
20	700	—	—	—	
20	700	—	—	—	
20	700	—	—	—	
15	293	30	15	15	
20	700	40	20	20	
30	2500	60	30	60	
37	4000	11—12	—	—	
40	5400	66	—	—	
32	2844	64	32	60	

Digitized by Google

Da die, auf den vorhergehenden Versuchen gegründeten Schlüsse unrichtig waren, weil man durchaus keine Rücksicht auf die physischen Nebenumstände nahm: mußten es nothwendig auch alle daraus hergeleiteten Minentheorien seyn. Man hatte über 23000 Pfd. Schießpulver verbraucht, ohne beinahe nur einen Schritt weiter zu seyn; denn man verstand nicht: die durch jene Versuche selbst erwiesene Ausdehnung des Pulvergas nach allen Seiten wahrzunehmen, durch die alle in dem Wirkungskreise der Mine liegende Gallerien gequetscht werden. Alle, die im Ganzen Vaubans Theorie folgten, setzten zu schwache Ladungen fest, nämlich für eine Mine von 10 Fuß kürzester Widerstandslinie:

Megrigny	86¾	Pfund.
Vauban	82	—
	78$\frac{9}{16}$	—
Le Febvre	76	—
La Valliere	93¾	—
Prüdhomme	84	—

Belidor glaubte jedoch dieser Theorie nicht sklavisch folgen zu dürfen. Er stellte neue Untersuchungen über die Wirkung des in der Erde verschlossenen Pulvers an, und setzte einen doppelten Widerstand fest, den es zu überwinden habe: einmal die Zähigkeit oder den Zusammenhang des Erdbodens, und zweitens das Gewicht desselben, um einen wirklichen Trichter herauszuheben. Indem er nun zugleich voraussetzte: der Zusammenhang der Erde bei verschiedenen Minentrichtern verhalte sich wie ihre Oberfläche, d. h. die Quadrate der kürzesten Widerstandslinien: so ergab sich dadurch für die Berechnung der Minenladungen ein aus jenen Quadraten und aus den Würfeln derselben Linien zusammengesetztes Verhältniß. Durch die 1725 zu la Fere angestellten Versuche fand Belidor jedoch: daß seine Hypothese ebenfalls noch nicht die richtige sey. Er entdeckte zugleich die im Verhältniß der verstärkten Ladungen wachsende Pulverkraft, und ward dadurch auf die Theorie der überladenen Minen (s. Globes de Compression) geleitet, welche man bei den, unter den Befehlen des Ritters d'Abouville, des Kommandanten der Artillerieschule zu la Fère, gemachten Versuchen im Ganzen bestätiget fand.

Hier waren auf der Ecke eines Viereckes von 60 Fuß Länge und 70 Fuß Breite 4 Schächte abgeteufet worden, der erste 10 Fuß der zweite 11 Fuß, der dritte 12 Fuß und der vierte 13 Fuß tief. Die Minengänge, welche sie verbanden, waren 3 Fuß breit, 4½ Fuß hoch, in einer mit Sand vermischten Gartenerde geführt, und mit Eichenholz ausgetrempelt. In ihrer Mitte war eine Minenkammer angelegt, mit 10 Fuß kürzester Widerstandslinie, die 25 Fuß von der einen Seite, 30 von der andern, 35 von der dritten und 42 von der vierten ab lag,

und unter der eine fünfte Gallerie 13 Fuß tief geführt war. Als nun diese Mine mit 1200 Pfund Pulver sprang, warf sie die Erdgarbe gegen 80 Fuß hoch, bildete einen 45 Fuß weiten Trichter, und drückte alle umliegende Minengänge — fast in dem umgekehrten Verhältniß ihres Abstandes ein.

Bei der Wiederholung dieser Erfahrungen im Jahr 1753 zu Bisy war das Resultat beinahe dasselbe. Die mit 3000 Pfd. Pulver geladene Mine machte einen 66 Fuß weiten, 17 Fuß tiefen Trichter, warf die Erdgarbe 150 Fuß hoch und quetschte alle umliegende Minengänge bis auf 48 Fuß Abstand. Fig. 126. Tab. XI. Der Major Le Febvre, der dieselbe Erfahrung Belidors zu Potsdam in einem lockern Sandboden nachahmte, nur daß seine Minenkammer 15 Fuß tief lag, mit 3300 Pfd. Pulver geladen und 18 Fuß lang verdämmt war, erhielt eine gleiche Wirkung. Die 24, 32 und 42 Fuß entfernten Gallerien waren bis auf eine Weite von 51 Fuß zerstört, und eine 30 Fuß entfernte Minenkammer blies fast ohne Wirkung in dem Trichter aus. Dieser Trichter war 66 Fuß weit, 18 Fuß tief und sehr rein. Eben so verhielt sichs bei einem Minenversuch zu Mastricht 1765, wo eine mit 1000 Pfd. Pulver geladene, 12 Fuß tief liegende Mine einen 52 weiten Trichter aushob, und die anliegenden Gänge bis auf 35 Fuß weit quetschte. Auch der im Jahr 1770 von dem Obristen Schneller und Lieutenant v. Rauch nach der Angabe des Obristlieutenant d'Arletan zu Braunschweig angestellte Versuch dient zum Beweis der Wirkung überladener Minen; obgleich dieser Versuch einigermaaßen das gegen sich hat, daß die kürzeste Widerstandslinie, so wie alle Maaße und auch die Pulverladung reduzirt waren, und daß dadurch die Pulverladung von 21½ Pfd. verhältnißmäßig sehr stark war. Man hatte nämlich anstatt 18 Fuß die kürzeste Widerstandslinie auf 18 Zoll gesetzt, und so alles im Verhältniß von 1 : 12. Die Fladderminen des Belagerten lagen demnach 7 Zoll tief; andere 6 und 10 Zoll unter der Sohle der Breschbatterie angelegte Minenkammern sollten die Geschütze derselben rückwärts werfen (s. Erdgarbe). Da die überladene Mine in einem sehr schweren Lehmboden lag (der Würfelfuß desselben wog 170 bis 180 Pfund) und die Masse des auszuhebenden Trichters 21 Fuß 2 Zoll betrug, würden — 3 Unzen Pulver auf jeden Würfelfuß gerechnet — 63 Unzen, oder etwa 4 Pfund erfordert worden seyn. Um nun nach Belidors Regeln des Globe de Compression zu verfahren, hätte man das Dreifache der k. W. L. nehmen und mit 100 multipliziren müssen, folglich $1\frac{1}{2} \times 3 = \frac{1}{2} = 450$ Pfd., wofür man hier halbe Unzen (14 Pfund) setzte, und wegen des starken Zusammenhanges der Erde noch 7½ Pfund hinzufügte. Bei dem Springen dieser Mine ward die Erde über 40 Fuß

(480 Zoll) hoch herausgeworfen, und es entstand ein 16 Fuß 2 Zoll (oder 194 reduzirte Fuß?) weiter Trichter. Unterwärts hatte sich die Wirkung 4 Fuß tief erstreckt, welches mit der k. W. L. von 18 Zoll zusammen $5\frac{1}{2}$ Fuß (durch die Reduktion 66 Fuß) beträgt.

Es fällt in die Augen: daß alle diese Wirkungen des in der Erde verschlossenen Schießpulvers in seiner großen Expansivkraft ihren Grund haben, die nach den Versuchen des Grafen Rumford 101021 mal dem Druck der Atmosphäre gleich kommt. Da nun die Ausdehnung des elastischen Gases sich gleichförmig nach allen Seiten erstreckt: so geht daraus auch die Wirklichkeit eines kugelförmigen, oder vielmehr elliptischen Wirkungskreises der Mine hervor, auf welchem die gangbare Theorie des gegenseitigen Verhältnisses der Trichter, oder vielmehr der Wirkungssphären und der Minenladungen, beruhet. Zwei Dinge haben hier aber einen wesentlichen Einfluß, und erschweren das Fortschreiten dieser Theorie bis zur praktischen Evidenz: 1) die große Menge physischer Elemente, die dabei ins Spiel kommen, und nothwendig berücksichtigt werden müssen; 2) die Schwierigkeit, Minenversuche im Großen und in hinreichender Menge anzustellen, um jeden streitigen Punkt gehörig zu erläutern.

Die Dichtigkeit, der Zusammenhang, die Elastizität, selbst die Weichheit des Erdbodens, der Druck der Luft auf die Oberfläche desselben vor dem Springen der Mine, ihr Gegendruck auf die inneren Wände des Trichters, die verschiedene Stärke des Pulvers, dies alles sind Gegenstände, von denen die Größe und die Form des Trichters abhängt, und wodurch die Wirkung einer Mine bestimmt wird. Gedenkt man sich eine Menge Pulver in der Mitte eines gleich- und kugelförmigen, unpreßbaren Körpers entzündet: wird jedes Element der krummen Oberfläche nach den Richtungen CE, ED ꝛc. mit einer bestimmten Kraft fortgetrieben, Fig. 206. Tab. XV. Ist nun die Cohäsion oder der Zusammenhang der Theilchen des Körpers $A = o$, oder wenigstens nur geringe im Verhältniß der Expansivkraft des Pulvers: wird jene im ganzen Umfange der Kugel zerstört und die Theilchen werden rings umhergeworfen. Sobald hingegen der Zusammenhang des Körpers größer ist, als die forttreibende Kraft des Pulvers: kann die Kugel auch nicht zertrümmert werden.

Wenn die aus den Radien CB und CD, und aus der Sehne BD bestehende Figur sich um ihre Axe HE drehet, so entsteht durch den Bogen lqs ein kugelförmiger Abschnitt, und durch Bl eine Kegelfläche, in der man die Kraft des Zusammenhanges als gleichförmig vertheilt annehmen kann. Die fortstoßende Kraft gegen den Kugelschnitt lqs ist ihm demnach propor-

tional, und der Zusammenhang des anliegenden Abschnittes ist es der eben erwähnten Kegelfläche. Ist nun x die Höhe des Kugelabschnittes: wird ihre äußere Fläche durch prx ausgedrückt, die forttreibende Kraft aber durch ψprx, wo ψ von der Expansivkraft des Pulvers bestimmt wird. Man hat ferner lo $= \sqrt{2rx - x^2}$); der Bogen lo aber ist $= p\sqrt{2xr - x^2}$); und Cl : CB = lo : Bp; oder r : R $= \sqrt{2xr - x^2}$) : Bp $= \frac{R}{r}\sqrt{2rx - x^2}$), und Bp $= \pi\frac{R}{r}\sqrt{2xr - x^2}$). Es ist aber die konvexe Fläche des abgestumpften Kegels BlsD

$= R\frac{\pi R}{1r}\sqrt{2rx - x^2}) - r\frac{\pi}{2}\sqrt{2rx - x^2})$

$= \frac{\pi}{2}\left[\frac{R^2 - r^2}{r}\right]\sqrt{2rx - x^2})$; der Zusammenhang dieses Kugelabschnittes ist ihm proportional, oder wird durch

$\varphi\frac{\pi}{2}\left[\frac{R^2 - r^2}{r}\right]\sqrt{2rx = x^2})$ ausgedrückt, wo φ den eigenthümlichen Zusammenhang des Erdbodens andeutet. Der Zusammenhang läßt sich als eine Kraft annehmen, welche den Theil BlsD gegen den übrigen Theil der Kugel andrückt, und die in b und d, auf der Mitte der Linien lB und sD angebracht ist. Jede dieser Kräfte de und be läßt sich in zwei andere zerlegen, deren eine fg senkrecht auf CE, die andere aber mit dieser Linie gleichlaufend geht. Soll nun keine Zerreißung erfolgen: muß ihre Summe ge der forttreibenden Kraft das Gleichgewicht halten.

Nun ist ef : ge = 1 : Sin. efg = 1 : Sin. qs;

Daher eg = ef. Sin. qs und Summa eg = Summa ef. Sin. qs $= \varphi\frac{\pi}{2}\left[\frac{R^2 - r^2}{r}\right]$. $\sqrt{2rx - x^2})$. Sin. qs; welches zu ψrx das Verhältniß des Zusammenhanges zu der fortstoßenden Kraft für jeden Kugelabschnitt ausdrückt:

$\varphi\left(\frac{R^3 - r^2}{2r^2}\right)(2r - x) : \psi r$, wobei der Sin. qs $=$

$\frac{1}{r}\sqrt{2rx - x^2})$. Da aber x eine positive Größe ist, nimmt das erste Glied dieses Verhältnisses ab, wenn x wächst, und umgekehrt; wenn demnach

1) für einen gewissen Werth von x die Gleichung $\varphi\left(\frac{R^2 - r^2}{2r^2}\right)$ $(2r - x) = \psi r$ ist, bekommt man für jeden kleineren Werth $\varphi\left[\frac{R^2 - r^2}{2r^2}\right](2r - x) > \psi r$.

Digitized by Google

2) Im umgekehrten Falle hat man für jeden größeren Werth $\varphi\left[\frac{R^2-r^2}{2r^2}\right](2r-x) < \psi r$. Hier muß die Kugel wenigstens in so viel Theile zerrissen werden, als sie Kugelabschnitte enthält, die x zur Höhe haben.

3) Ist $x = r$, und daher der Abschnitt der Halbkugel gleich; wird das Verhältniß $\varphi\left[\frac{R^2-r^2}{2r^2}\right] : \psi$. Setzt man $\varphi\left(\frac{R^2-r^2}{2r^2}\right) = \psi$; kann offenbar keine Zerreißung erfolgen, weil r die äußerste Grenze des Zunehmens für x ist, und weil für jeden andern kleinern Werth dieser veränderlichen Größe das erste Glied des Verhältnisses abnehmen muß.

Nennt man die äußere Fläche der Pulversphäre (die Kammer) S, wird die Summe des Druckes gegen diese Fläche nach der Entzündung $= \psi$ (S) seyn; eben so gegen die Wände jeder andern Kammer ψ (f). Folglich hat man

$(\psi)\ S : (\psi f) = S : f = R^2 : r^2$; der Inhalt der Kammer aber ist $S : f = R^3 : r^3$; oder: die ausdehnenden Pulverkräfte zweier Minen verhalten sich gegen einander, wie die Quadrate der Radien; die Ladungen hingegen verhalten sich wie die Würfel derselben.

Sobald das expansible Pulvergas den, aus dem Zusammenhange des umgebenden Mittels entstehenden Widerstande überwunden hat: strebet es, sich nach allen Seiten auszubreiten, und treibt die Trümmern des Trichters mit größerer oder geringerer Geschwindigkeit fort. Von diesem Augenblick an verhält sich, unter obigen Voraussetzungen, die Wirkung wie die Ladungen, das heißt: wie die Würfel der Radien. Denn wenn auch die obern Theile der Wirkungssphäre jetzt durch die Kraft ihrer Schwere noch dem expansiblen Gas widerstehen: begünstiget doch gerade dieser Widerstand die Ausdehnung des letztern.

Liegt aber die Mine in einem unelastischen Mittel, dessen Größe durch Zusammenhang und Schwere dem Gas sich nur nach einer Seite auszudehnen verstattet, auf allen übrigen ihm aber einen unüberwindlichen Widerstand entgegensetzt, und dadurch die unterhalb bd, gleichlaufend mit BD. Fig. 207. Tab. XVI. wirkenden Kräfte vernichtet: muß nothwendig die treibende Kraft des oberen Kugelschnittes — sobald sie stark genug ist: den Zusammenhang und die Schwere der über ihm liegenden Erdtheile zu überwinden — ein Stück in kegelförmiger Gestalt herauswerfen, und folglich den Trichter BgAgD bilden. Da aber das herausströmende Gas zu gleicher Zeit gegen die Wände gi stößt, vernichtet es dadurch den Rücken bei g und der Trichter

bekommt dadurch die Gestalt BmAmD, anstatt BgiAigD. Dies ist jedoch mehr als eine untergeordnete Wirkung anzusehen; bei Untersuchung der Kräfte einer Mine kommt blos der erste Moment der Explosion in Betracht, wo es so gut als erwiesen ist: daß die herausgehobene Erde eine kegelförmige Gestalt hat. (s. Trichter). Bekommt man nun bei den vorigen Voraussetzungen Bp mit a, Cp mit h, CB mit b, und Cl mit r: bekommt man für die durch Bl erzeugte Oberfläche den Ausdruck $\frac{\pi}{2} \cdot \frac{a}{b} (b^2 - r^2)$, weil $b : a = r : lo$, und $lo = \frac{ar}{b}$. Der Ausdruck für den, dieser Fläche entsprechenden Zusammenhang ist $\varphi \frac{\pi}{1} \cdot \frac{a}{b} (b^2 - r^2)$.

Man kann nun mg, das senkrecht auf der Mitte von Bl steht, als eine Kraft ansehen, die den Theil Blqp gegen Bl drückt und den Zusammenhang ausdrückt, und sich in zwei andere Kräfte mo, senkrecht auf die Are, und ge, mit ihr gleichlaufend, zerfällen läßt. Nun ist $mg : ge = Bc : Bp = b : a$, daher $ge = \frac{a}{b} mg$, das mit der Summe beider Kräfte vermehrt, $= \varphi \frac{\pi}{2} \cdot \frac{a^2}{b^2} (b^2 - r^2)$ wird.

Es ist zugleich $co = \sqrt{(cl)^2 - (lo)^2} = \frac{r}{b} \sqrt{b^2 - a^2}$ $= \frac{r}{b} h$, weil $\sqrt{b^2 - a^2} = h$. $qo = cq - co = \frac{r}{b}(b - h)$. Ferner ist der, durch Umdrehung des Bogens lq erzeugte Kugelabschnitt $= \frac{\pi r^2}{b} (b - h)$; daher die ihm proportionale Expansivkraft $\psi \frac{\pi r^2}{b} (b - h)$. Man bekommt daher für den Zustand des Gleichgewichtes beider Kräfte:

$$\varphi \frac{a^2}{2b} (b^2 - r^2) = \psi r^2 (b - h) \ldots . (I.)$$

Setzt man $Dp = c$, und $Dt = f$: ist abermals für die Summe aller widerstrebenden Kräfte $\varphi \frac{\pi}{2} \cdot \frac{c^2}{f^2} (f^2 - r^2)$ und für die zugehörige Triebkraft $\psi \frac{\pi}{2} \cdot \frac{r^2}{f} (f - h)$; folglich

$$\varphi \frac{c^2}{2f} (f^2 - r^2) : \psi r^2 (f - h) \ldots . (II.)$$

Die vorhergehende Gleichung (I.) findet demnach für jede Größe von r statt, sobald nur ψ ihr entsprechend bestimmt wird.

Digitized by Google

Wäre $r = h$, und wird deshalb ψ zu ξ: erhält man durch Substituiren

$$\varphi \frac{a^2}{2b} (b^2 - h^2 = \xi h^2 (b - h)$$

oder, weil $b^2 - h^2 = (b+h)(b-h)$, wird

$$\varphi \frac{a^2}{2b} (b + h) = \xi h^2 \ldots\ldots \text{(III.)}$$

nicht minder wird obiges Verhältniß (2) zu

$$\varphi \frac{c^2}{2f} (f + h) : \xi h^2 \ldots\ldots \text{(IV.)}$$

Vergleicht man dieses Glied für Glied mit der Gleichung (3), wo $f+h \angle b+h$, und $\frac{c^2}{f} \angle \frac{a^2}{b}$; so folgt, daß

$$\varphi \frac{c^2}{2f} (f+h) \angle \xi h^2.$$

Sind nun die Expansivkräfte des Kugelabschnittes 1q mit dem widerstehenden Zusammenhange des Kegels B1 im Gleichgewichte: so müssen

1) jene Kräfte für jeden andern Kugelabschnitt Lq, Nq den zugehörenden Zusammenhang übertreffen.

2) Sie müssen um so mehr wachsen, je näher sie der Axe kommen, weil das erste Glied des Verhältnisses (4) abnimmt, je kleiner c und f ist, während das zweite Glied unverändert bleibt.

3) Die elastische Flüssigkeit theilt im Momente ihrer Entwickelung den Körper 1BB1 in eine Menge kegelförmiger und konzentrischer Schnitte, die immer dicker werden, je weiter sie sich von der Explosionslinie entfernen. Die ihr zunächst liegenden aber, da sie mit einer verhältnißmäßig stärkern Kraft fortgestoßen werden, müssen daher auch zuerst weichen. Wirklich sieht man bei der Explosion einer Mine in der Mitte des Trichters zuerst einen kleinen Hügel entstehen, der sich immer mehr und mehr erhebt, der sich endlich zertrennt und mit großer Heftigkeit als Erdgarbe empor geschleudert wird.

4) Da die fortstoßende Kraft auf den Kugelabschnitt 1q als mit dem Widerstande des Erdkegels B1 im Gleichgewichte angesehen worden, von da an aber gegen die Axe hin dieses Gleichgewicht aufgehoben wird: kann man das Stück 1BB1 als das Maximum der Wirkung der Mine C betrachten.

Wird der Halbmesser der Kammer vergrößert, während die Explosionslinie dieselbe bleibt: wächst auch die forttreibende Kraft für jedes Element der Kugel, und wenn sie vorher den Bogen 1q begriff, wird sie nun den Bogen Lm umfassen. Nennt man cLm mit R und Ac mit x, so ist ALm = x — R, und der daraus entstehende Kegel wird

$\frac{\pi}{2}\left(\frac{x^2-R^2}{x}\right)\sqrt{x^2-h^2}$). Der Zusammenhang stellt $\varphi-\left(\frac{x^2-R^2}{x}\right)\sqrt{x^2-h^2}$) dar, und die ganze Summe der Kräfte HgG wird $\varphi\frac{\pi}{2}\left(\frac{x^2-h^2}{x^2}\right)$. (x^2-R^2).

Hiernach ist die forttreibende Kraft an dem, x entsprechenden Kugelabschnitte in der Kammer, die r zum Halbmesser hat $=\psi\pi r^2\left(\frac{x-h}{x}\right)$. Nennt man F die forttreibende Kraft für den Bogen Lm. Q, so bekommt man

$$\psi\pi r^2\left(\frac{x-h}{x}\right):F=r^2:R^2$$

daher wird $\psi\pi R^2\left(\frac{x-h}{x}\right)=\varphi\frac{\pi}{2}\frac{x^2-h^2}{x^2}(x^2-R^2)$,

daher $\psi=\varphi\frac{(x+h)(x^2-R^2)}{2xR^2}$

Aus der vorhergehenden Gleichung (1) hat man aber

$\psi=\varphi\frac{a^2(b^2-r^2)}{2ba^2(b-h)}$; folglich wird

$$\frac{(x+h)(x^2-R^2)}{xR^2}=\frac{a^2(b^2-r^2)}{ba^2(b-h)}\ldots\ldots(V.)$$

und man bekommt folgende Werthe von x,

$$x=\sqrt[3]{\left(-\frac{q}{2}+\sqrt{\left(\frac{qq}{4}+\frac{p^3}{27}\right)}\right)}+\sqrt[3]{\left(-\frac{q}{2}-\sqrt{\left(\frac{qq}{4}+\frac{p^3}{27}\right)}\right)}-\frac{h}{3};$$

$$x=\tfrac{1}{2}\sqrt[3]{\left(+\frac{q}{2}+\sqrt{\frac{qq}{4}+\frac{p^3}{27}}\right)}+\tfrac{1}{2}\sqrt[3]{\left(+\frac{q}{2}-\sqrt{\frac{qq}{4}+\frac{p^3}{27}}\right)}\pm\tfrac{1}{2}\left(\sqrt{+\frac{q}{2}+\sqrt{\frac{qq}{4}+\frac{p^3}{27}}}\right)-\sqrt[3]{+\frac{q}{2}-\sqrt{\left(\frac{qq}{4}+\frac{p^3}{27}\right)}}\Big)\sqrt{-3}-\frac{h}{3};$$

Es muß zugleich $p=-\frac{h^2}{3}-R^2\left(1+\frac{a^2(b^2-r^2)}{br^2(b-h)}\right)$; und

$$q = \frac{2h^3}{27} - \frac{h}{3}R^2\left(1 + \frac{a^2(b^2-r^2)}{br^2(b-h)}\right) - R^2H.$$

Wählt man denjenigen Werth von x, der den Bedingungen der Aufgabe entspricht: so ist dadurch die Secante des Bogens LQ, und folglich die Oberfläche des zugehörigen Kugelabschnittes gefunden, wo die forttreibende Kraft mit dem zugehörenden Widerstande im Gleichgewichte ist.

Liegt die Minenkammer, die R zum Halbmesser hat, unterhalb des Punktes C in Cc; muß man im ersten Gliede die Gleichung (5) H für h setzen, damit sie

$$\frac{(x+H)(x^2-R^2)}{xR^2} = \frac{a^2(b^2-r^2)}{br^2(b-h)} \text{ wird} \ldots\ldots \text{(VI.)}$$

Hier muß $p = \frac{H^2}{3} - R^2\left(1 + \frac{a^2(b^2-r^2)}{br^2(b-h)}\right)$; und

$$q = \frac{2H^3}{27} - \frac{HR^2}{3}\left[1 + \frac{a^2(b^2-r^2)}{br^2(b-h)}\right] - R^2H$$

seyn, und den Wurzelgrößen $-\frac{H}{3}$ anstatt $-\frac{h}{3}$ zugesetzt werden.

Wenn endlich bei einer tiefer liegenden Mine Cc, ihr Durchmesser nicht vergrößert wird, so bekommt man in der Gleichung (5) durch Substituiren H für h, und r für R, weil zugleich $ACc = x$; $Ccp = H$ und $Ccl = r$ ist,

$$\frac{(x+H)(x^2-r^2)}{x} = \frac{a^2(b^2-r^2)}{b(b-h)} \ldots\ldots \text{(VII.)}$$

Bei der Auflösung würde man dann $p = \frac{H^2}{3} - r^2 - \frac{a^2(b^2-r^2)}{b(b-h)}$; und $q = \frac{2H^3}{27} + \frac{H}{3}\left[r^2 + \frac{a^2(b^2-r^2)}{b(b-h)}\right] - r^2H$ setzen müssen. Würde nun hier $x < H$, so folgte daraus: daß die forttreibende Kraft zu Ueberwindung des Zusammenhanges nicht hinreichend wäre, und daß daher keine Zerreissung statt finden kann. Soll aber ein wirklicher Trichter entstehen, muß das expansible Gas nach Aufhebung des Zusammenhanges der Erdtheilchen noch Kraft genug besitzen, den Erdkegel zu heben. Nennt man den Widerstand des letztern, in Rücksicht seiner Masse, P; den Druck des expansiblen Gases gegen jedes Theilchen des Kugelstückes nach der Zerreißung ψ; so endlich y, und erwägt man: daß hier blos die mit der Axe parallele Kraft $\psi\frac{\pi}{2}y^2$ wirksam ist, so sieht man leicht: daß kein Trichter ausgehoben werden kann, wenn $P > (\psi)\frac{\pi}{2}y^2$, oder wenn auch nur $P = (\psi)\frac{\pi}{2}y^2$ ist. In dem letztern

Falle werden jedoch die Trümmern des Erdkegels einzeln herausgeworfen. Denn, nimmt man den letztern als einen völligen Kegel an, der durch Umdrehung des Dreieckes Bcp. Fig. 208. Tab. XVI. entstanden ist, und durch eine zu $(lo)^2$ verhältnißmäßige Kraft in der Richtung seiner Axe fortgestoßen wird, so bekommt man für seinen Inhalt:

$$\frac{\pi h^3 y^3}{2 \cdot 3 (r^2 - y^2}$$

und $\frac{D}{3} \frac{h^3}{(r^2-y^2)} : \psi$ ist das Verhältniß des Widerstandes dieses Kegels gegen die Kraft, die ihn von seiner Stelle zu bewegen strebt, weil $co : lo = cp : Bp$, oder $\sqrt{r^2 - y^2} : y = h : Bp = \frac{hy}{\sqrt{r^2-y^2}}$ und D die Dichtigkeit des Mittels ist. Wenn aber für diesen Kegel $\frac{D}{3} \frac{h^3}{(^2-y^2)} = \psi$ ist, muß man für jeden kleineren Kegel $\frac{d}{3} \frac{h^3}{(r^2-y^2)} < \psi$ bekommen. W. E. W.

Hieraus folgt auch: daß, wenn der Widerstand, welchen irgend ein Erdkegel seiner Ausbebung entgegensetzt, mit der Expansivkraft der Ladung im Gleichgewichte steht, die Mine nothwendig einen kleineren Trichter bilden muß. Hat man für einen Kegel DCp die Gleichung $\frac{D}{3} \frac{h^3}{(r^2-y^2)} = \psi$, wird für jeden andern Werth von $y^b > y$, folglich für jeden andern größeren Kegel $\frac{D}{3} \frac{h^3}{(r^2-y^{b2})} > \psi$; denn so wie y wächst, nimmt $r^2 - y^2$ ab, und das zweite Glied der Gleichung bleibt unveränderlich, während das erste größer wird.

Wird die Mine kleiner, ohne die kürzeste Widerstandslinie pC zu verändern, und drückt $\frac{D}{3} \frac{h^3}{(R^2-y^2)} : \psi$ das Verhältniß des Erdkegels zu der Kraft des Pulvergases für eine Minenkammer, deren Halbmesser R ist, aus: so giebt $\frac{D}{3} \frac{h^3}{(r^2-z^2)} : \psi$ dasselbe Verhältniß für den Halbmesser r. Weil nun $R^2 - y^2 > r^2 - z^2$, muß auch $\frac{h^3}{r^2 - z^2} > \frac{h^3}{R^2 - y^2}$. Oder: mit der Verringerung der Ladung einer Mine nimmt auch die Wirkung des expansiblen Gases auf den Erdkegel ab, so daß endlich wohl noch eine Zerreißung, aber kein Herauswerfen desselben mehr statt findet.

Alles dieses findet jedoch nur in dem ersten Momente der Explosion statt; denn sobald der Erdkegel herausgehoben ist, um-

Digitized by Google

hüllt ihn die elastische Flüssigkeit, und die bewegende Kraft verhält sich nicht mehr, wie das Quadrat von lo, sondern wie das von Bp. Die Flüssigkeit verliert zugleich durch die Ausbreitung einen Theil ihres Vermögens, und so wie sich die Erde aus dem Trichter erhebt, nimmt ↓ stets, nach einem bis jetzt unbekannten Gesetze ab. Um so mehr, als die expansive Kraft außer dem Zusammenhange und der Schwere des Erdkegels auch noch das Gewicht der auf seiner Grundfläche ruhenden Luftsäule zu überwinden hat.

Dieses Gewicht kann zwar die forttreibende Kraft selbst nicht verringern, und der Bogen ll bleibt immer derselbe; allein das Herausheben des Trichters wird dadurch gehindert und sein Volumen durch den Druck auf BB verringert. Man findet deshalb bis auf eine ziemliche Entfernung die Erde rings um den Trichter einer gesprungenen Mine erschüttert, und dieser Erschütterungskreis (globe de commotion) stark geladener Minen wird von Belidor mit dem Namen der Druckkugel belegt, weil die durch denselben gehenden Gallerien eingedrückt werden. Marescot giebt ihm den Namen des Zerreißungskreises (Cercle de friabilité); man nimmt ihn sehr deutlich auf dem Erdboden, rings um den Trichter einer gesprungenen Mine wahr, und die Zerreißung ist so heftig, daß bei einer 16 Fuß tief liegenden Mine ein 4 Fuß von dem Rande des Trichters entferntes Glacis dadurch eingestürzt ward. Es scheint aus einigen Versuchen hervorzugehen: daß der Erschütterungskreis bei Minen, deren Trichter das Doppelte der kürzesten Widerstandslinie ist, die Hälfte dieser Linie beträgt, von dem Rande des Trichters an gerechnet. Man sieht leicht: daß hier — wie bei allen, mit der Naturlehre verwandten und in gewissem Betracht von ihr abhängigen Wissenschaften — die Erfahrung allein bestimmen kann. Wird eine Mine c, Fig. 127 und 208 nach und nach in verschiedenen Tiefen, jedoch in dem nämlichen Terrain, angelegt, so erzeugt die fortstoßende Kraft Körper, die von einer bestimmten Grenze ausgehen und immer abnehmen, wie sie der Oberfläche der Erde näher kommen. Die Ordinaten lo dagegen, deren Quadraten die Kräfte proportional sind, welche den Erdkegel aus dem Trichter zu werfen streben, wachsen in dem nämlichen Verhältniß. Da nun auf der einen Seite der Widerstand kleiner wird, während auf der andern die Kraft zunimmt: muß nothwendig die Mine auf einem bestimmten Punkte alle zerrissene Erde herauswerfen, ohne einen Erschütterungskreis zurück zu lassen. Man darf demnach nur zu erfahren suchen: bei welcher Linie des geringsten Widerstandes diese Wirkung statt findet? Sind alsdann die genauen Ausmessungen einer in dieser Tiefe liegenden Mine bekannt: wird man vermittelst einer der vorhergehenden Gleichun-

Digitized by Google

gen (V) (VI) (VII) den Werth von x für jede andere, in demselben Erdboden willkührlich angelegte Mine finden können.

Obgleich man bei der wirklichen Anwendung der Minen im Kriege das Pulver nehmen muß, wie es aus den Magazinen oder aus dem Artilleriepark geliefert wird: bedarf doch der große Einfluß seiner bessern oder schlechtern Beschaffenheit auf die Wirkung einer Mine, unter übrigens durchaus gleichen Umständen, keines Beweises. Diese Wirkung kann so große Anomalien geben, daß dadurch selbst die, übrigens mit der größten Sorgfalt angestellten Erfahrungen unbrauchbar werden, weil die, welche die letztern leiteten, keine Rücksicht auf die wirkliche Beschaffenheit des Pulvers bei seiner Anwendung nahmen.

Man muß deshalb zuvörderst die wirkliche Stärke des Pulvers durch den Probemörser prüfen, um aus dem gefundenen Verhältniß die Ladungen zweier, in derselben Tiefe und in dem nämlichen Erdboden liegenden Minen zu bestimmen, damit sie einerlei Trichter hervorbringen. Wäre demnach p und P der Druck, welchen zwei verschiedene Gattungen Pulver vermöge ihrer verschiedenen Stärke auszuüben fähig sind, und hätte p in der Minenkammer cl. Fig. 208. Tab. XVI. die Trennung der Erde nach Bl bewirkt; ist ferner $cl = r$, $Bp = a$, $cB = b$, $cp = h$, und $r + x$ der Halbmesser der verlangten Mine: so ist für eine Mine, die 2r zum Durchmesser hat:

$$\varphi \frac{a^2}{2b} (b^2 - r^2) = p r^2 (b - h); \text{ daher}$$

$$\text{ist } \varphi \frac{a^2}{2b} = \frac{p r^2 (b - h)}{b^2 - r^2}; \text{ der Gleichung (I) zufolge.}$$

Für die gesuchte Mine, deren Halbmesser $= r + x$, hat man gleichfalls:

$$\varphi \frac{a^2}{b^2} \left(b^2 - (r + x)^2\right) = P (r + x)^2 (b - h);$$

daraus wird:

$$\varphi \frac{a^2}{b^2} = \frac{P (r+x)^2 (b-h)}{b^2 - (r+x)^2}; \text{ und durch die Reduction bekommt man:}$$

$$x^2 + 2rx + \frac{\frac{p}{P} (r^4 - b^2 r^2) + b^2 r^2 - r^2}{\frac{p}{P} r^2 + b^2 - r^2} = 0;$$

$$\text{daher } x = -r + br \frac{\sqrt{\frac{p}{P}}}{\sqrt{\left(\frac{p}{P} r^2 + b^2 - r^2\right)}};$$

welches einen doppelten Werth für den Halbmesser der gesuchten Mine $r + x$ giebt:

Digitized by Google

$$\pm\, br\, \frac{\sqrt{\frac{p}{P}}}{\sqrt{\frac{p}{P}\, r^2 + b^2 - r^2}}.$$

Plus gilt für den Fall, wo $P < p$, und wo der Radius der Kammer wächst; minus aber für den, wo $P > p$, weil alsdann die Kammer kleiner werden muß.

Die Bestimmung des Verhaltnisses $\frac{P}{p}$ kann keine Schwierigkeit machen, weil es nicht darauf ankommt, die absolute Pulverkraft zu kennen, sondern blos ein Verhältniß der gegenseitigen Stärke nach der Erfahrung auszumitteln, das für die Praktik genau genug ist. Man kann mit Lombard annehmen: „daß die durch gleiche Ladungen zweier verschiedenen Pulvergattungen mitgetheilte Geschwindigkeiten sich verhalten, wie die „Quadratwurzeln der mit dem Probembrser erreichten Wurfweiten."

Hat nun das Pulver, dessen Kraft durch p ausgedrückt wird, die Kugel auf die Weite d getrieben, das andere P aber die Wurfweite D hervorgebracht: so ist $\frac{P}{p} = \frac{\sqrt{d}}{\sqrt{D}}$, das in den Werth von x gesetzt, die Aufgabe löset.

Da diese Gleichung kein φ enthält: ist sie dadurch von dem Zusammenhange der Erde völlig unabhängig, und findet für den ganzen Erdkegel 1BB1 statt. Die Probemine mag daher auch einen Erschütterungskreis hinterlassen, oder nicht; die Dimensionen ihres Trichters werden immer b und a geben, und man durch die unten folgende Gleichung (IX.) den Werth von x für alle Fälle bekommen.

Es wird aber die Geschwindigkeit der Ausbreitung des expansiblen Gases durch den Zusammenhang der Erde gehindert, und entsteht daraus eine, jenem Zusammenhange verhältnißmäßige Verringerung der Bewegung. Der Prof. Alix in der Schule zu Verdün hielt das Verhältniß des Zusammenhanges der Erde zu dem Inhalte des Trichters in jeder Erdart für ein und dasselbe: obschon man von selbst sieht: daß jede verschiedene Erdart: Thon, Sand, Kies, Felsen, einen ganz verschiedenen Zusammenhang haben muß. Demungeachtet lehrt die Erfahrung: daß die, nach der Theorie des Prof. Alix berechneten Minenladungen genügende Resultate geben, weil man immer ähnliche Trichter zu bekommen sucht, und die in derselben Erdart gesprengten Probeminen zum Grunde legt. Denn angenommen: daß im ersten Momente der Explosion das elastische Gas gleichförmig gegen die Wände der Kammer drückt, bekommt man für den Ausdruck des durch den Zusammenhang der Erdtheilchen entstehenden Widerstandes $\varphi \frac{\pi}{2} \frac{a^2}{b^2} (b^2 - r^2)$;

Digitized by Google

wie schon oben gesagt worden. Ist nun der Zusammenhang in einer andern Mine $\varphi \frac{\pi A^2}{2B^2} (B^2 - R^2)$, und benennt man den Widerstand des Zusammenhanges zweier verschiedenen Erdkegel T und t, den dadurch verlornen Theil der Pulverkraft aber Q und q, so bekommt man

$$Q : q = T : t = \varphi \frac{\pi a^2}{2b^2} (b^2 - r^2) : \varphi \frac{\pi A^2}{2b^2} (b^2 - r^2)$$

$$= a^2 - \frac{a^2 r^2}{b^2} : A^2 - \frac{A^2 R^2}{B^2} \ldots\ldots\ldots \text{(VIII.)}$$

„Weil aber $lo = \frac{ar}{b}$ (Fig. 208. Tab XVI), verhalten sich die, durch den Widerstand des Zusammenhanges der Erde verlornen Kräfte der elastischen Flüssigkeit, wie der Unterschied der großen und kleinen Umkreise der Trichter, diese als abgestumpfte Kegel betrachtet, deren Spitze im Mittelpunkt der Kammer liegt."

Sieht man den Erdkegel als einen vollkommnen Kegel an, so wird in dieser Formel $r = o$ und $R = o$; daher wird auch

$$Q : q = a^2 : A^2.$$

Nun ist im ersten Momente der Entzündung

$$F : f = \frac{a^2 r^2}{b^2} : \frac{A^2 R^2}{B^2}$$

Sobald jedoch die Trennung der Theilchen erfolgt ist, läßt sich annehmen: daß die elastische Flüssigkeit den ganzen Erdkegel umgreift, weil bei dem Nachgeben der Erde der Zusammenhang nur nach und nach aufgehoben werden kann. Es wird daher $F : f = a^2 : A^2$

Folglich auch $Q + F : q + f = a^2 : A^2$

nämlich: „die Summe der Kräfte, welche eine Mine anwendet, „den Zusammenhang der Erde zu überwinden und einen Trichter herauszuheben, verhält sich zu derselben Summe bei einer „andern Mine, wie der Umkreis des ersten Trichters zu dem „Umkreise des zweiten Trichters." Es muß demnach bei zwei, in einem gleichförmigen Erdboden liegenden Minen, wenn sie ihren Ladungen proportionale Trichter auswerfen sollen, der Zusammenhang der Erde jedesmal einen, diesen Ladungen ebenfalls proportionalen Widerstand leisten.

Um aber vermittelst der Gleichung:

$$\varphi \frac{a^2}{2b} (b^2 - r^2) = \psi r^2 (b - h); \text{ und } \varphi \frac{A^2}{2B} (B^2 - R^2)$$

$$= \psi R^2 (B - h)$$ das Verhältniß des Zusammenhanges verschiedener Erdarten zu finden, muß man

1) für dieselbe k. W. L. und eine gegebene Ladung in jeder Erdart den Trichter einer Probemine bestimmen, der keinen Erschütterungskreis nachläßt;

2) die absolute Kraft des Zusammenhanges irgend einer Erdart finden, um durch das Verhältniß $\frac{\Phi^x}{\Phi}$, nach Auflösung der vorhergehenden Frage, den wirklichen Widerstand jeder Erdart auszumitteln.

Wie bei allen rein praktischen Wissenschaften, kann nur allein die Erfahrung hier zur sichern Führerin dienen. Man muß demnach in den verschiedenen, möglichen Erdarten Probeminen springen lassen, und die Wirkung anderer Minen dagegen halten, indem man zugleich die Ladungen und die k. W. L. ändert.

Da nun bei Minen, deren Trichter ihren Ladungen proportional sind, der Zusammenhang der Erdtheilchen sich wie die Erdkegel verhält, so erhält man für den ersten Moment der Wirkung

$$P : p = T^2 ((m+1) HD + 3b) : t^2((n+1) hd + 3\beta,$$

wo P und p die Ladungen der beiden Minen, H und h ihre k. W. L., T und t die Halbmesser der äußeren Umkreise ihrer Trichter, D und d die Dichtigkeit des Erdbodens, b und β die Höhe der Luftsäulen, auf die Dichtigkeit des zugehörigen Erdbodens reduzirt, und m und n das Verhältniß des Zusammenhanges zu dem Inhalte in beiden Erdkegeln ausdrücken.

Setzt man hier $m = n$, und $D = d$, so wird

$$P : p = T^2 \left[H + b \frac{3}{(m+1)D}\right] : t^2 \left(h + b \frac{3}{(m+1)D} \ldots\ldots\right) \quad \text{(IX.)}$$

Zwar ist hier überall der Erdboden als unpreßbar vorausgesetzt worden, welches er doch eigentlich nicht ist; denn der Zusammenhang und die Elastizität scheinen in einer Art von Verhältniß zu einander zu stehen; allein, es giebt keinen Weg, dieses Verhältniß zu bestimmen, oder die Wirkung der Elastizität auszumitteln, wenn nach Vernichtung des Zusammenhanges der Erdkegel gehoben und zerstreuet wird. Der Gegendruck der innern Wände der Pulverkammer erhöhet unbezweifelt die Wirkung des expansiblen Gases; es läßt sich aber nicht entscheiden; ob der Trichter dadurch vergrößert, oder ob blos die Geschmeidigkeit des herausgeworfenen Erdkegels dadurch vermehrt wird.

Ist $H = h$, so verhalten sich die Erdkegel wie ihre Grundflächen; und wegen der Preßbarkeit der Erde ist das Verhältniß der Triebkräfte dasselbe. Die Gleichung (IX) giebt demnach in diesem Falle ein für die Ausübung genügendes Resultat. Sie wird bei jener Voraussetzung:

$$P : p = T^2 : t^2;$$

oder: sind die k. W. L. gleich: verhalten sich die Ladungen wie die Quadrate der Trichterhalbmesser.

Die Größe der Trichter nimmt zwar hiernach mit den Ladungen zu und ab, allein diese Wirkung hat ihre Grenzen. Bei zu sehr verstärkten Ladungen würde sich ein sehr beträchtlicher Theil derselben erst im zweiten Momente, folglich außerhalb der Kammer in einem größeren Raume entzünden, und deshalb nichts zu Vergrößerung des Trichters beitragen. Wird im Gegentheil die Ladung zu klein, kann die Pulverkraft wohl den Zusammenhang des Erdbodens aufheben, aber kein Trichter entstehen, wie schon vorher erwiesen worden. „Es wachsen demnach „weder die Trichter allezeit im Verhältniß der Ladungen, noch „muß jede Ladung nothwendig einen Trichter hervorbringen." S. Ladungen, Trichter, Minenkrieg, Schacht-, Vertheidigungsminen.

Minenäste (Rameaux) sind die, von den Hauptgallerien ausgehenden Nebengänge, an deren Enden die Kammern angelegt werden. Sie unterscheiden sich von den Hauptgängen blos durch ihre Maaße, denn die großen Rameaux sind 3 Fuß im Lichten hoch, und 2½ Fuß weit, die Rameaux aber haben nur 2½ Fuß Höhe bei 2 Fuß Breite. Das Holzwerk zu dem Austrempeln der Minenäste besteht aus Kappen, Ständern und Schwellen, von denen die letztere den Ständern zur Unterlage dient, die oben von der Kappe bedeckt werden. Für die Stärke des Holzwerkes setzt man gewöhnlich bei Eichenholz:

	Große Rameaux	Rameaux
Kappen.	4 und 4 Zoll.	3 und 4 Zoll.
Thürstöcke oder Stempel.	3 — 4 —	3 — 3 —
Grundschwellen.	3 — 4 —	3 — 3 —

Wenn jedoch Kienen- oder Tannenholz angewendet wird, muß man den Holzstücken ½ Zoll mehr Stärke auf jeder Seite geben, um ihnen dadurch mehr Widerstand zu verschaffen. Die Thürstöcke werden oben auf ihrer halben Breite 1 Zoll tief eingeschnitten, damit die ähnlichen Einschnitte (Platten) der Kappen darauf passen, und die letztern um so fester liegen.

In sehr lockerem Boden kann man sich mit Vortheil der holländischen Rähmen (Fig 13. Tab. I. bedienen, die aus 4 Bretstücken von 9 Zoll Breite und 1¼ bis 2 Zoll Stärke zusammengesetzt sind. Da hier keine Bretter hinter die Thürstöcke und Kappen geschoben werden dürfen, geht die Arbeit um so schneller; auch darf man das Einrollen der Decke des Ganges nicht befürchten, weil immer nur 10 Zoll breit vorwärts gegraben wird, um den zweiten Rähmen einzusetzen.

Digitized by Google

Soll der Minengang steigen oder fallen: werden die Dielen, dem Neigungswinkel der Sohle des Ganges gemäß, oben und unten schräge geschnitten, damit die Grundschwellen allezeit flach auf die Sohle des Ganges zu liegen kommen. Der Neigungswinkel des Ganges aber ist leicht zu bestimmen: er ergiebt sich aus dem Unterschiede der Tiefe, in welcher die Minenkammer unter dem Horizonte, und der Tiefe des Anfangspunktes, von wo der Rameau ausgeht. Soll demnach aus A ein Nebengang nach B getrieben werden, daß diese Kammer 10 Fuß zur k. W. L. behält, während A 20 Fuß unter der Oberfläche des Erdbodens CD. Fig 209. Tab. XVI. liegt: wird AD — BC = AF das ganze Steigen des Rameaur anzeigen, das auf die Länge FB vertheilt werden muß, um die schräge Richtung der Bretstücken zu bekommen.

Die Minenäste geben entweder in senkrechter Richtung, oder unter mehr oder weniger spitzen Winkeln von den Hauptgängen aus. Man sollte immer die letztere Richtung wählen, Fig. 121. Tab. X., die den doppelten Vortheil gewährt: daß sie den Luftzug in den Gallerien begünstiget, und daß die Minenäste dadurch länger werden. Das letztere kommt um so mehr in Anschlag, als die Rameaur der Gegenminen niemals fertig gehalten werden dürfen, sondern erst bei dem wirklichen Angriff des Feindes aus den Horchgängen abgetrieben werden müssen. (S. Minengänge.)

Minenarbeit muß stets mit dem größten Eifer gefördert werden; denn hier hängt von einer Viertelstunde mehr oder weniger oft der ganze Erfolg einer Mine ab. Sobald der unterirdische Krieg eingeleitet ist, müssen die Minirer in steter Thätigkeit seyn: ihre Arbeit zu vollenden und dem Feinde zuvorzukommen; sey es, seine Arbeiten zu sprengen, oder ihn durch Dampfminen aus der Gallerie zu vertreiben. Da der Minirer bei allen diesen Arbeiten sich stets in einer erzwungenen, beschwerlichen Stellung befindet, er mag nun borchen, den Gang treiben, laden, oder besetzen: muß er stets von 8 zu 8 Stunden abgelöset werden, um hinreichende Zeit zur Ruhe und Erholung zu haben. Man muß zu dem Ende bei den Angriffsminen auf jede Gallerie 18 Minirer und 36 Handlanger rechnen, von denen jedesmal 6 mit 12 Handlangern im Dienst sind. Zwei arbeiten vor dem Ort, oder an der Spitze des Ganges, die übrigen 4 richten die Thürstöcke, Schwellen und Bretter zu, und treten zugleich ein, wenn einer durch die bösen Wetter krank, oder gequetscht wird. Die Handlanger schaffen den Abraum aus dem Gange, wobei man diese Arbeit so viel als möglich dem Feinde zu verbergen suchen muß. Sie bringen zugleich das Pulver

und das Holz zum Versatz nach der Kammer, wobei sie von einem Unteroffizier oder Minirgefreiten geführt werden.

Bei den Vertheidigungsminen wird die Arbeit der Minirer theils durch die Beschaffenheit der schon vorhandenen Minengänge, theils durch den feindlichen Angriff bestimmt. Auch hier theilt man die Minirer in Brigaden von 6 Mann, deren jede 12, oder auch wohl, bei dem Mangel an Minirern, 18 Handlanger bekommt. Scheint auch anfangs eine zu große Anzahl Minirer in der Festung zu seyn: wird doch die heftige Anstrengung im Laufe der Belagerung ihre Zahl bald auf zwei Drittheile, oder wohl gar auf die Hälfte herabsetzen.

In Hinsicht der zur Minenarbeit erforderlichen Zeit glaubt Mouzé, daß ein 3 Fuß ins Gevierte haltender Schacht in gutem Boden 9 Fuß tief in $2\frac{1}{2}$ Stunden abgesenkt werden könnte, wozu er noch $\frac{1}{2}$ Stunde für das Einlegen der Gerinne oder Röhren, die Verschalung mit Brettern ꝛc. rechnet, vorausgesetzt: daß der Minirer sehr fleißig arbeitet und jede halbe Stunde abgelöset wird. Findet jedoch keine halbstündige Ablösung statt, werden 4 Stunden zu dieser Arbeit nöthig seyn.

Minengänge von 6 Fuß Höhe und 3 Fuß Breite wurden nach wiederholten Erfahrungen 3 Fuß lang in 9 Stunden beendiget, wenn in schlechtem Boden alles mit gehöriger Aufmerksamkeit ausgestempelt und ausgeschalet wird. In gutem Boden und bei schnellerer Arbeit kann man annehmen: daß jede Brigade in 6 Stunden 3 Fuß vortreiben kann, welches 12 Fuß in 24 Stunden beträgt. Bei nur $4\frac{1}{2}$ Fuß hohen Gallerien und in gutem Boden, der 4 Fuß weite Vertrempelung gestattet, kann jede Brigade in 24 Stunden 18 Fuß beendigen.

Bedient man sich endlich der holländischen oder Dielen-Rähmen: so kann jede Minirbrigade in 24 Stunden 42 bis 48 Fuß vorrücken.

Minenauge (oeil de la mine) ist die veraltete Benennung des Einganges einer Minengallerie, die in der früheren Zeit immer vermittelst eines fallenden Stollen statt hatte, während es gegenwärtig häufig durch abgeteufte Schächte geschiehet.

Minenbrunnen (puits), s. Schacht.

Minengänge (galeries) sind entweder Hauptgänge (grandes galeries) von 6 Fuß Höhe und 3 Fuß Breite; halbe Gänge (demi-galeries), $4\frac{1}{2}$ Fuß hoch, 3 Fuß breit; Nebengänge oder große Aeste und Nebenäste, von welchen beiden schon vorher (Minenäste) geredet worden ist. Diese letztern werden im Angriffskriege, alle aber im Vertheidigungs-

Digitized by Google

kriege angewendet. Die Hauptgänge bekommen nach ihrer verschiedenen Lage auch verschiedene Namen: Haupt- oder innere Minen (galeriers majeures oder d'escarpe), wenn sie im Innern der Werke liegen; am äußern Grabenrande, oder unter dem bedeckten Wege heißen sie Magistralgänge oder Gallerien zu Rückenfeuer (galeries de contrescarpe); Umfassungsgallerien (d'enveloppe) endlich, wenn sie unter dem Glacis, mit dem Umriß seines Kammes ziemlich gleichlaufend, angebracht sind. Wenn halbe Gallerien von diesen Hauptgängen in gerader oder schräger Richtung in das Feld vorlaufen, heißen sie Horchgänge (écoutes), oder auch Verbindungsgänge (galeries de communication), wenn sie auswärts einen besondern Ausgang haben. (S. Horchgänge und Minenäste.)

Die Gänge der Vertheidigungsminen werden entweder ausgemauert, oder — wie es bei den Nebengängen immer der Fall ist — mit Holz ausgesetzt; die Angriffsminen aber werden durch letzteres Verfahren allein gegen den Einsturz gesichert. Das Anbrechen eines Ganges (Entrer en galerie) geschieht von außen herein, z. B. bei einem trocknen Graben von der Contrescarpe, oder aus einem schon fertigen Schacht, der eine solche Lage hat: daß die eine seiner Seiten auf der dem Gange zu gebenden Richtung senkrecht stehet. Nachdem man in dem erstern Falle die Futtermauer durchbrochen hat, oder ein zweiter der Rähmen dicht über der Kappe (Chapeau) des zu treibenden Ganges gelegt worden ist: gräbt der Minirer den Schacht noch um die Höhe des Ganges tiefer, und legt noch zwei Geviere oder Rähmen ein, von denen der unterste ganz in die Sohle des Schachtes versenkt wird. Um die Mitte des letztern zu bestimmen, werden oben aus den vier Ecken desselben 2 Schnuren übers Kreuz gezogen, damit man unter ein, aus ihrem Durchschnittspunkte herabfallendes Loth einen Pfahl einschlagen kann, der gemeinschaftlich mit 2 andern Pfählen dicht am Anbruch des neuen Ganges und auf der gegenüber stehenden Seite die Richtung des Ganges andeutet. Der Minirer gräbt nun die Schwelle B, Fig 210. ein, und nachdem er die Thürstöcke A aufgestellt und die Kappe C darüber gelegt hat: treibt er über letztere die Schwartenpfähle D (s. Minenhölzer) von beiden Seiten nach der Mitte zu in den Erdboden. Die Decke bekommt dadurch Unterstützung, so daß der Minirer in guter fester Erde bis 3 oder 4 Fuß weit vorwärts arbeiten kann, ehe er einen neuen Thürstock aufstellt. So wie an der Decke, werden auch zu beiden Seiten Schwartenpfähle hinter die Decke getrieben, um die Seitenwände zu halten.

Um die Schwelle genau auf die Direction des Minenganges zu richten, legt er die durch einen Sägenschnitt bezeichnete Mitte derselben, vermittelst einer über die eingeschlagenen Pfähle

gezogenen Schnur, in diese Linie, und untersucht alsdann ihre winkelrechte Lage gegen jene durch ein Winkelmaaß, oder vermittelst des gleichschenklichten Dreieckes bCb, Fig. 211. Tab. XVI.

In sehr schlechtem Boden kann der Minirer nicht so weit vorgehen, ohne der Decke eine einstweilige Unterstützung zu geben. Dieses geschieht vermittelst eines Helfthürstockes, der unter die Decke gestellt, hernach aber wieder hinweggenommen wird, wenn der zweite Rähmen an seinem Orte ist. Da der Helfthürstock nur auf kurze Zeit die Last der Decke zu unterstützen hat, kann er um 1½ bis 2 Zoll schwächer seyn, als das übrige Holzwerk. Er wird sich dadurch um so leichter bewegen lassen. Das Maaß der Thürstöcke ist

	Hauptgallerien		Halbe Gallerien	
	hoch.	breit.	hoch.	breit.
Kappen.	6 Zoll.	5 Zoll.	5 Zoll.	4 Zoll.
Thürstöcke.	5 —	5 —	4 —	4 —
Schwellen.	5 —	3 —	4 —	3 —

Wenn man schwaches Tannen- oder Fichtenholz haben kann, und daher nicht genöthiget ist: starkes Holz in den angegebenen Maaßen schneiden zu lassen; wird jenes blos von der Rinde befreiet, und rund angewendet. Es muß jedoch in diesem Falle 2 bis 3 Zoll mehr im Durchmesser haiten; die Kappen 8 bis 9 und die Thürstöcke und die Schwellen 7 bis 8 Zoll, weniger oder mehr, je nachdem die Erde fester oder ganz lose ist, und folglich auch mit größerer Gewalt auf die Decke und gegen die Seitenwände drückt.

Nicht leicht werden durch festen Felsen Minengänge getrieben werden; wohl aber trifft man bei den Vertheidigungsminen bisweilen auf einzelne Stellen, wo es wegen der Felsenadern keiner Vertrempelung der Seitenwände bedarf, und blos Kappen oder Stempel eingelegt werden müssen. Zu diesem Behuf wird auf der einen Seite des Ganges ein viereckiges Bühnenloch ad, Fig. 212. Tab. XVI. in den Felsen gehauen, in welches man das eine Ende des Stempels setzt, das andere Ende desselben aber b in den schräge aufwärts gehauenen Anfall cf treibt. Der Stempel muß dabei eine gegen den Horizont geneigte Lage bekommen, und auf der Seite des Bühnenloches um 2 oder 3 Zoll niedriger liegen, damit er nachher durch die Last der darauf ruhenden Erde nicht aus seiner Stelle gedrückt wird.

Soll aus einem Hauptgange ein Nebengang oder Minenast seitwärts abgetrieben werden: geschieht dies entweder in senkrechter, oder schräger Richtung. In dem erstern Falle

unterscheidet sich das Verfahren nicht vom vorher beschriebenen: einen Gang aus dem abgeteuften Schachte rechtwinklich abzutreiben. Bei einer schrägen Richtung des abgehenden Rameaur hingegen ist zuvörderst die Entfernung der beiden Thürstöcke DE, Fig 211. zu bestimmen, weil diese von der größern oder kleinern Oeffnung des Abweichungswinkels abhängt. Da G nicht die Mitte jenes Abstandes anzeigt, so errichtet man in diesem Punkte, wenn man etwas über ihn hinaus kommt, die Senkrechte Gy von der Länge der äußern Weite des Minenganges um vermittelst eines angelegten Schrägemaaßes den Winkel pGx, und dadurch die Richtung GI bezeichnen zu können. Die Weite xy, parallel mit po gemessen und von G nach z getragen, bezeichnet in z die verlangte Mitte des Einganges zu dem Rameau. Weil zugleich die Schwelle und Kappe des ersten Thürstockes KL, wegen ihrer schiefen Lage eine größere Länge haben muß, als die folgenden Thürstöcke: wird diese Länge durch das Verhältniß der Hypothenuse KL zu den beiden Katheten HL und HK gefunden, welche beide durch die gegebene Richtung des Rameaur bekannt sind. Der Winkel pGx giebt auch hier, durch Umdrehen des Schrägemaaßes, die Lage der ersten Schwelle KL, mit der nachher die übrigen Thürstöcke M des Ganges gleichlaufend, und rechtwinklich gegen die Richtungslinie gesetzt werden.

Da, wo bei den Vertheidigungsminen ein Nebengang aus dem Hauptgange abgeht, wird letzterer noch um 20 Zoll verlängert, um einen Austritt (Retraite) zu bekommen. Dieser dient zu dem Ausweichen der sich begegnenden Minirer, zum Ablegen einiger nothwendigen Werkzeuge ꝛc., zu welchem Behuf auch die Dome oder Kreuzgewölbe (s. dies Wort) bestimmt sind.

Bei Anlegung der Vertheidigungsminen, deren Gänge nicht unter der Erde getrieben, sondern von oben herein gegraben werden sollen, hat man in gutem Boden nichts weiter zu thun, als den Graben mit einer verhältnißmäßigen Böschung nach der Richtung des Minenganges auszugraben, hierauf die Thürstöcke einzusetzen, die durch angenagelte Spannlatten in der gehörigen Richtung erhalten werden, damit man sie mit Erde bedecken, und zuletzt die aus dem Graben bekommene Erde wieder darauf werfen kann, die dabei von Lage zu Lage festgestampft werden muß.

In sehr lockerem Boden ist es jedoch nothwendig: die Seitenwände des Grabens auszuschalen, um das Einrollen der Erde zu hindern, um die Gallerie gehörig vertrempeln oder ausmauern (s. dies Wort) zu können. Man legt in dieser Absicht eine Reihe Schachtgeviere dicht neben einander, welche die Bretter an den Seitenwänden des Grabens zu halten dienen,

Digitized by Google

und zwischen denen das Ausmauern der Gallerie mit Bequemlichkeit geschehen kann.

Die Arbeit in den Minengängen geschieht hinten, oder vor Ort durch 2 Mann, deren einer die Erde losarbeitet, und der andere dieselbe in den Karren oder in die Körbe ladet. Die letztern werden alsdann einander durch die Arbeiter zugereicht, bis an den Eingang des Minenganges oder bis unter den Schacht, wo sie in einen Kübel geschüttet und vermittelst eines Hornhaspels herausgezogen werden muß. Die Beschwerlichkeit und Langsamkeit dieser Arbeit, verbunden mit der Gefahr: daß eine Bombe oben in den Schacht fallen und den Minirer darinnen ersticken kann; so wie mit dem an sich sehr wichtigen Umstande: daß die Schächte überhaupt den Luftzug erschweren, und zu Beförderung desselben künstliche Mittel heischen, spricht sehr gegen dieses Verfahren. Es scheint weit zweckmäßiger zu seyn: unter der Brustwehr der Parallele 6 Fuß tief, vermittelst eines fallenden Ganges bis zu der erforderlichen Tiefe abzusteigen; man gewinnt dadurch an der Zeit und an der Arbeit. Denn vermittelst eines Schachtes hat man nach dem Abteufen desselben noch keinen Schritt vorwärts gethan; durch einen fallenden Gang hingegen kommt man nach und nach bis zu der verlangten Tiefe und geht zugleich vorwärts gegen den Punkt, wohin die Minenkammer zu liegen kommen soll. Das Herausfördern der Erde ist hier leichter, der Luftzug ist stärker und man sollte die Minengänge nie auf eine andere Weise anlegen, sobald sie nur eine hinreichende Länge haben, um nicht über 3 Zoll Fall auf jeden laufenden Fuß zu fordern.

Die Gänge der Gegenminen werden nach dem angenommenen Systeme und der davon gemachten Zeichnung auf das Feld getragen; die Angriffsminen werden zwar ebenfalls auf dem Papiere entworfen, können aber nicht auf dem Felde abgesteckt werden, sondern müssen ihre Richtung vermittelst der, auf der Rückseite der Parallele bestimmten Richtschnur bekommen. Hier ist es durchaus nothwendig: die Entfernung des Einganges der Mine von dem zu sprengenden Punkte auf das genaueste und sorgfältigste zu messen, wenn man nicht in sehr nachtheilige Irrthümer verfallen will, wie die Erfahrung fast jedesmal bei der Anwendung des Angriffsminen gezeigt hat. Das Verfahren bei dem Messen unzugänglicher Entfernungen ist übrigens bekannt genug, und bedarf hier keiner weitläuftigen Auseinandersetzung.

Um die Richtungen der Vertheidigungsminen auszustecken, werden zuerst die vorspringenden Winkel auf dem Glacis verlängert, A, B, X, Fig. 213. Tab. XVI., um von B nach X eine Schnur ziehen und die Weite Bp aus dem Riß bemerken zu können, woselbst man einen Pfahl einschlägt. Ein Gleiches ge-

schieht auf den Punkten h und q, deren Entfernungen aus dem Riß bekannt sind. Auf BX werden CD und NO rechtwinklich gesetzt, und dadurch alle nöthige Punkte C, D, L, M, N, O, bestimmt. Die Horchgänge il und mk, so wie die Verbindungsgänge fe und ab stehen auf andern Gallerien senkrecht; sie sind daher leicht abzustecken. Durch sie werden alsdann die schiefen Linien eD, bC, ih und hK bestimmt. Man sieht: daß es demnach vor allem darauf ankommt: die rechtwinklichen Richtungen der Minengänge zu bestimmen, weil sich aus ihnen die schiefen gewöhnlich von selbst ergeben. Nach dem Abstecken der Minengänge ist noch nöthig: das Terrain zu nivelliren, um sie auf die gegebene Tiefe unter den Horizont zu führen. Angenommen nun: daß die Sohle des Hauptganges an der Contrescarpe mit der Grabensohle gleich hoch liegt, und daß die übrigen Gänge von da rückwärts gehen, damit das sich etwa aus der Erde sammelnde Wasser abfließen kann, wird folgendergestalt verfahren:

Man theilt die Entfernung des eben erwähnten niedrigsten und des höchsten Punktes B, Fig. 213., welches der Kamm des bedeckten Weges ist, in eine Anzahl gleicher Theile, und bestimmt die Tiefe der Sohle der Queergallerie NO unter dem Horizonte, hier 20, indem man in I eine Wasserwaage aufstellt, und die verschiedenen Höhen aller Punkte in Rücksicht auf B findet, wo zum Behuf der zu treibenden Gänge Schächte abgesenkt werden. Ist nun B in gleicher Höhe mit der Gesichtslinie der Wasserwaage: so bekommt man die in Fig. 213. verzeichneten Maaße, aus denen sich die zugehörende Tiefe der Schächte an allen nöthigen Punkten ergeben. Wie das Auswauern der Minengänge geschieht, und wie die vorgefundenen Gegenminen einer Festung nach ihrer Entdeckung durch Sprengen der Decke in Laufgräben zu verwandeln sind, ist schon oben unter den gehörigen Worten gezeigt worden. (Man sehe auch Ausbesserungen.)

Minengewebe (araignée) heißt jedes zusammengesetzte Minensystem, um irgend einen Theil der Festungswerke zu vertheidigen, in sofern es durch die nach verschiedenen Richtungen vorlaufenden oder sich durchkreuzenden Minen gebildet wird. Die oben beschriebenen Gegenminen (w. n. i.) stellen mehrere Arten solcher Gewebe dar.

Minenheerd (foyer) ist derjenige Ort hinter dem Versatz, wo die Mine gezündet wird. S. Zünden.

Minenhölzer (bois de chassis) bestehen 1) aus den doppelten Thürstöcken, die auch Ansteck-Thürstöcke heißen.

Digitized by Google

Jeder ist aus 2 eigentlichen Thürstöcken, 4½ bis 6 Fuß lang, 8 bis 10 Zoll im Durchmesser, der Kappe und der Grundschwelle zusammengesetzt. Sie stehen bei der Vertrempelung eines Minenganges gewöhnlich 3 bis 4 Fuß im Lichten auseinander.

2) In schlechterem Boden werden die schwächeren Helfthürstöcke (faux chassis) zwischen jene gesetzt, um der Ausschalung einstweilen eine Unterstützung zu gewähren. Wenn der zweite Anstock Thürstock gesetzt ist, wird der Helfthürstock wieder herausgenommen. Zu derselben Absicht dienen auch

3) die Stützen (poinral), die bei dem Ausmauern der Minengänge unter die Lehrbögen gesetzt werden, um sie in der gehörigen Höhe zu erhalten.

4) Die Spannlatten verhindern das Herabsinken der Rähmen oder Schachtgeviere, wenn mit denselben gebauet wird; man hat jedoch schon oben gesehen (Artik. Minengänge und Abteufen): daß der Bau mit den holländischen Rähmen oder Pfostengevieren weit schneller von Statten geht. Die Spannlatten sind in diesem Falle ganz entbehrlich.

5) Hinter die Thürstöcke werden die Schwartenpfähle eingetrieben; diese sind 4¾ bis 5½ Fuß lang, 9 Zoll breit, 1½ Zoll stark. An dem Schwanze, wo sie zwischen die Erdwände und die Thürstöcke getrieben werden, sind sie abgeschärft, um das Eindringen in die Erde zu erleichtern.

6) Um für die folgende Verschießung, oder die zweite Reihe Pfähle Raum zu finden, werden die Pfähle der ersten Reihe durch Pfändekeile an die Wände angetrieben.

Zu der Auszimmerung des Schachtes gehören 7) Schachtgeviere (Cadres) oder Rähmenhölzer, sind rund oder viereckig; sie heißen Ohr oder Flügelrähmen, wenn ihre Enden nicht aufeinander treffen, sondern 12 bis 15 Zoll über die Zusammenfügung hervorstehen. Ein solcher Ohrrahmen bildet allezeit den Eingang des Brunnen; von 3 zu 3 Fuß unterhalb desselben werden die Schachtgeviere eingesetzt, und hinter diesen die Schwartenpfähle eingetrieben.

8) Pfostengeviere werden zu den sogenannten holländischen Rähmen angewendet. Sie bestehen aus 8 Zoll breiten und 2 bis 2½ Zoll starken Pfosten, deren Länge von der Weite des auszugrabenden Schachtes abhängt. Ist dieser nicht gleichseitig: so heißen die längeren Stücke die Jöche und die kürzeren, die Kappen. Müssen in sehr schlechtem Boden

9) verlorne Geviere oder Zwischenrähmen eingesetzt werden: bekommen diese ihrer Natur nach auch schwächere Dimensionen.

Digitized by Google

Die Leitrinnen werden aus Latten, die Wassergerinne und Wetterlotten aber aus Brettern zusammengeschlagen, und durch übergenagelte Stege festgehalten.

Das übrige Holzwerk an Keilen, Steifen, Fröschen und andern kleinen Stücken wird seinem jedesmaligen Gebrauch gemäß verschnitten, und erfordert keine besondern Maaße, so wie es auch keine besondern Namen führt.

Minenkammern (chambres) werden an das Ende der Nebengänge s gelegt, um die Ladung aufzunehmen. Bisweilen kommen sie auch an die Seite der erstern zu liegen, R und T, Fig. 211. Sie werden eben so ausgegraben und mit Holz ausgesetzt, wie die Minengänge; entweder auf die gewöhnliche Weise, oder mit holländischen Rähmen, die wieder senkrecht oder horizontal angebracht werden können. Jede Art ist hier gleich gut, sobald sie das Einstürzen der Kammer hindert und die Nässe möglichst abhält. Zu diesem Ende ist es nützlich: 1) den Ast mit seiner Sohle etwas gegen die Kammer ansteigen zu lassen; 2) in der Kammer einen Sinkbrunnen zu graben, in welchem sich die Nässe aus der Erde sammelt, und 3) dem Pulverkasten in der Kammer eine Unterlage von großen Steinen oder Kies zu geben. Zu Erspahrung der Zeit würde es vielleicht vortheilhaft seyn: den Boden des Kastens mit 6 Zoll hohen Füßen zu versehen, wenn die Mine in einem feuchten Terrain angelegt wird. Die gewöhnliche Vorschrift: „die Kammer um die halbe Höhe „unter die Sohle des Minenganges zu versenken", kann daher nicht in allen Fällen statt finden. Ein zu lockerer Boden, der eine völlige Auszimmerung erheischt, oder ein sehr nasser, wo sich bald eine große Menge Wassers in der Kammer sammeln würde, machen es nöthig: die letztere mit der Gallerie auf eine gleiche Höhe zu legen.

Die Weite der Kammer wird durch die Größe des Pulverkastens (s. dies Wort) bestimmt, die nothwendig von der Ladung abhängig ist. Sie muß immer etwas höher seyn, als der Pulverkasten, damit die Ladung in diesen eingeschüttet werden kann, wenn er an seinem Orte steht. Daß es überflüssig ist: nach dem Laden der Mine den leeren Raum der Kammer über dem Pulverkasten mit Erde oder Sandsäcken auszufüllen, hat man schon oben gesehen. (S. Laden.)

Wenn die Minenkammer mit Pulver angefüllt ist, heißt sie eine geladene Mine (fourneau) und ist nach der verschiedenen Lage und Austheilung der Kammern eine doppelte (Mine en T), eine dreifache Mine (Mine en trefle). Haben mehrere zusammen gehörende Minenkammern verschiedene k. W. L., das heißt: liegen sie in verschiedenen Höhen, werden sie Stockwerks-Minen, und wenn mehrere Reihen Kammern

Digitized by Google

zur fortdauernden Vertheidigung eines Punktes bestimmt sind, ein Minengewebe (araignée) oder ein Minensystem genannt. (Man sehe auch Ladungen, Minen und Trichter.)

Minenkrieg (guerre souterraine) wird gewöhnlich von den Belagerten begonnen, um die Fortschritte des Belagerers über der Erde zu hemmen, und ihn in den langsameren unterirdischen Krieg zu verwickeln. Ehe Belidor die außerordentlichen Wirkungen überladener Minen entdeckte, deren Erschütterungskreis die Gallerien der Gegenminen auf große Weiten unbrauchbar macht, waren die letzteren ein sehr wirksames Vertheidigungsmittel. Candia und Bergen op Zoom geben die auffallendsten Beispiele hiervon. In letzterer Belagerung wurden von der Besatzung 39 und von den Belagerern 40 Minen gesprengt, und jene dadurch auf eine außerordentliche Weise verlängert. Die Globes de Compression jedoch, und noch mehr die Schachtminen, gaben dem Angriff eine ganz andere Energie. Die Vertheidigungsminen jenseits des Grabens sind schneller zerstört, als der Belagerte Zeit hat, sich ihrer zu bedienen, und er sieht sich bald auf die bloße Vertheidigung der Breschen beschränkt. Die Besorgniß: dem Feinde durch die Trichter stark geladener Minen ohne Versatz bequeme Logementer zu verschaffen, erlaubt ihm nicht, sich dieser wichtigen Erfindung Mouzé's zu bedienen, von der nur allein der Belagerer Vortheil ziehen kann. Ungehindert kann dieser sich vor der angegriffenen Fronte mit einer Parallele ausbreiten, kann hier durch seine Schachtminen das ganze Terrain umstürzen, und dadurch ein noch so gut ausgesonnenes Minensystem unbrauchbar machen.

Sind denn nun aber alle Vertheidigungsminen unter dem bedeckten Wege zwecklos und unnütz? Man würde sehr irren, wenn man sich durch das eben Gesagte verleiten ließe, diese Frage bejahend zu beantworten. So lange der Belagerer sich noch außerhalb des Wirkungskreises der Vertheidigungsminen befindet, sind seine Fortschritte, durch ein umfassendes, der Festung überlegenes Feuer unterstützt, groß und schnell. Kaum aber sieht er verborgene Vulkane sich unter seinen Füßen öffnen: als Vorsicht und Zurückhaltung an die Stelle der vorigen Keckheit und Eile treten. Ein ungeheurer Menschenverlust, und die nothwendige Folge davon: Muthlosigkeit und Erschlaffung der Truppen, würden ihn bestrafen, wenn er auf dem Terrain noch immer unbedachtsam vorschreiten wollte, ohne das zu berücksichtigen, was der Belagerte unter der Erde beginnt. Ist ihm schon vorher bekannt: daß die Festung Gegenminen hat, muß er dem zufolge schon seine dritte Parallele (s. dies Wort) nur so na-

Digitized by Google

he an das Glaçis legen, daß sie durch die Wirkung der vordersten Vertheidigungsminen nicht erreicht werden kann.

Aus der dritten Parallele treibt der Minirer sogleich einen Gang vor, um die Gegenminen aufzusuchen und durch eine Globe de Compression zu quetschen. Gewöhnlich läßt ihm der Belagerte jedoch dazu nicht Zeit, sondern kommt ihm durch eine einfache Mine zuvor. Der von dieser gebildete Trichter wird nun sogleich couronnirt (s. dies Wort) und aus dem Logement ein Gang getrieben. Es aus dem Trichter selbst zu thun, hat den Nachtheil: daß die in denselben fallenden Bomben und Steine die Arbeit sehr hindern, und selbst das Mundloch der Mine verschütten können.

Während dieser Arbeit muß der Minirer des Belagerers unausgesetzt horchen, ob er etwas von dem Feinde bemerkt. Sobald er einige Spuren von seinem Anrücken hat, muß er sogleich laden und versetzen, um ihn in seiner Gallerie zu quetschen. Die meisten Schriftsteller über den Minenbau nehmen an: daß man den feindlichen Minirer unter der Erde bis über 80 Fuß weit hören könne (s. Behorchen); allein neuere Erfahrungen setzen es außer allem Zweifel: daß man selbst unter den günstigsten Umständen in einem trocknen Kies- oder Sandboden die feindliche Arbeit nur bis höchstens auf 45 Fuß weit hören kann. Da der feindliche Minirer gleichmäßig horcht, und durch Einstoßen des Erdbohrers oder eines spitzigen Visitireisens fleißig untersucht: ob er auf einen gegenseitigen Minengang stößt: giebt der, welcher zuerst die Spitze des feindlichen Visitireisens erscheinen sieht, genau Acht, wenn es zurückgezogen wird. Er stößt hinter ihm die Mündung einer geladenen Pistole in das Loch, und drückt sie in dem Momente los, wo er glaubt: daß die Spitze des Visitireisens aus dem Loche ist. Vauban empfiehlt in diesem Falle eine Art hölzernen Schildes, mit einem Handgriff in der Mitte, und einen stark rauchenden Brander, den man in das Loch schiebt, und letzteres nachher fest verstopft, damit der ganze Rauch in den feindlichen Minengang zieht.

Vor der Erfindung der überladenen Minen konnte der Belagerer, wenn er die Gallerie des Belagerten entdeckt hatte, nichts andres thun, als sie durch eine Dampfmine (s. dies Wort) eindrücken, oder sich ihrer mit Gewalt zu bemächtigen suchen. Es entstanden unterirdische Gefechte, die nicht immer vortheilhaft für den Angreifer ausfielen, wenn er nicht im Stande war: die Verrammelung des Minenganges aus dem Wege zu räumen, und den Belagerten hinter derselben zu vertreiben. In diesem Falle konnte der angreifende Minirer nur noch rechts oder links der Verrammelung aus dem Gange herausbrechen, um nachher den Belagerten durch einen Quetscher in seinem Loche zu erdrücken. Oder er bezeichnete durch den Erdbohrer, mit

dem er durch die Decke der feindlichen Gallerie aufwärts bohrt, auf der Oberfläche des Terrains die Lage derselben, um in der folgenden Nacht vermittelst einer flüchtigen Sappe auf diesen Punkt zu gehen, einen 12 Fuß tiefen Schacht einzusenken, und mit einer Ladung von etwa 200 Pfd. Pulver den feindlichen Minengang zu quetschen. Alle diese Mittel, so wie ein anderer Vorschlag: aus einem vielleicht nahen Bache, Mühlgraben ꝛc. Wasser in die feindlichen Minengänge zu leiten, sind jedoch nur langsam, und erfordern zu viel Zeit, als daß der Belagerte nicht Mittel finden sollte: ihnen zuvorzukommen. Die Eroberung des bedeckten Weges aber mit Sturm, wo die Minirer in den trocknen Graben steigen, um die — gewöhnlich in der Abrundung der vorspringenden Winkel liegenden — Eingänge der Gegenminen aufzusuchen, die Zündwürste der schon geladenen hinwegzunehmen, und die andern Gänge durch die Explosion von ein paar mitgebrachten Fässern Pulver einzustürzen, findet nicht immer statt, weil es gegen einen beherzten, thätigen Feind zu gefahrvoll ist, und bei dem Gelingen selbst mit bedeutendem Verlust verbunden seyn kann.

Die Globes de Compression (s. dies Wort) geben durch ihre Erfindung dem Belagerer ein weiter reichendes Angriffmittel, die Gegenminen des Feindes zu zerstören. Er geht zu dem Ende aus der dritten Parallele auf jeder angegriffenen Capitale mit einem Minengange 18 Fuß tief so weit vor, daß die Wirkungssphäre einen Theil der von der Contrescarpe auslaufenden Minengänge umgreift, und läßt hier eine überladene Mine springen. Laufen z. B. die Gegenminen bis 250 Fuß vor den Kamm des Glacis, und senkt sich der Belagerer 120 Fuß von ihrer vordersten Spitze ein: muß er seinen Gang gegen 80 Fuß lang machen, damit die Wirkungssphäre — deren Radius hier 44 Fuß seyn muß — die Parallele nicht beschädiget.

Nachdem die, durch diese 3 Minen auf den drei Capitalen der angegriffenen Fronte entstandenen Trichter couronnirt sind: geht der Belagerer aus jedem derselben mit einem neuen Gange vor, um einen zweiten Globe de Compression (s. dies Wort) zu sprengen und sich dadurch den Weg über der Erde zu sichern, wenn die unterirdischen Vertheidigungsmittel des Feindes zerstört sind. Denn alle in der Nähe der überladenen Mine liegende Gallerien werden eingestürzt oder gequetscht; sind geladenene Gegenminen um 25 bis 30 Fuß von der springenden Mine entfernt, werden sie durch die Explosion derselben gezündet, und helfen ihre Wirkung noch vergrößern; liegen jene über 30 Fuß von letzterer, und entzünden sie sich daher nicht, können sie zwar noch springen; sie werden aber nur eine sehr unbedeutende

Digitized by Google

Wirkung thun, und größtentheils in den vorhandenen großen Trichter ausblasen.

Bei der großen Wirkung dieser Minen hat der durch sie geführte Angriff, wie bei Schweidnitz und Valenciennes, doch immer die viele Zeit gegen sich, welche zu dem Treiben eines so langen, so wie zu dem Laden und Versetzen, erfordert wird. Mouzé schlägt daher vor: sich des zuerst von dem französischen Hauptmann Boule erfundenen Verfahrens zu bedienen, und die feindlichen Gallerien durch überladene Schachtminen (s. dies Wort) einzudrücken, bei denen man zu noch größerer Ersparung der Zeit den Versatz hinweglassen kann (s. Ladungen, Couronnement und Versatz). Eine Anwendung dieser Angriffsart gegen die gangbarsten Minensysteme (s. Gegenminen) nach Grillot scheint hier nicht überflüssig zu seyn.

Um die Anlagen Megrigny's unnütz zu machen, muß man aus der dritten Parallele mit einer bogenförmigen Sappe die Capitale des Ravelins einnehmen und hier eine Schachtmine A, Fig. 116. Tab. X. sprengen. Sobald man die vierte Parallele auf dem Fuße des Glacis gezogen hat, werden in derselben drei andere Schachtminen b vor den Spitzen der beiden Bollwerke und des Ravelins angelegt, mit deren Springen der Sturm auf den bedeckten Weg, und die Verfertigung eines Logements DD verbunden ist. Ein Schacht auf der Capitale f und 4 Schachte e, jeden zu 300 bis 400 Pfd. Ladung, um die hinter dem Glacis hinlaufenden Horchgänge zu quetschen, werden den Belagerer völlig in den Besitz aller Gegenminen setzen.

Cormontaigne hat keine Minengänge unter den Capitalen, und seine Einfassungsgallerie liegt unter dem Auftritte des bedeckten Weges. Seine vielen Horchgänge, die den Raum zwischen den Hauptgallerien auf allen Seiten durchschneiden, müssen nothwendig dem Belagerer die Arbeit gar sehr erschweren, und er wird nur mit Mühe es dahin bringen: durch eine überladene Mine auf die gewöhnliche Art jene sich wechselseitig unterstützenden Gänge Be, ef und gg zu zerstören. Die Anwendung der Schachtminen giebt jedoch auch hier ein leichtes Mittel an die Hand: die Gewebe der Vertheidigungsminen unbrauchbar zu machen. Um den Belagerten zu täuschen, ihn glauben zu machen: daß man den Minenangriff nach der gewöhnlichen Art auf der Capitale führen wolle, läßt man zu beiden Seiten der letztern, vor dem Ravelin Brunnen einsenken, A, Fig. 118. Tab. X. und die Minirer ihren Gang vortreiben, während man auf den Capitalen der Bollwerke anrückt, und die vierte Parallele zu Stande bringt. Sobald diese fertig ist: wird der Waffenplatz des bedeckten Weges vor dem Ravelin weggenommen, und zu gleicher Zeit werden in c und b Schächte

abgeteuft, von denen die letztern b, etwa 90 Fuß vom Kamme des Glaçis ab liegen, um durch die Explosion derselben beide Einfassungsgallerien zu zerstören. Von diesem Augenblick an hat man nichts mehr von den feindlichen Minen zu befürchten, und der unterirdische Krieg ist als beendiget anzusehen.

Vallière's Minensystem ist dem vorhergehenden durch die Einfassungsgallerien ähnlich. Es kann durch Schachtminen beinahe auf dieselbe Weise unbrauchbar gemacht werden.

Rugy hat durch seine, bis auf eine ungeheure, man darf wohl sagen: unmögliche Weite, in das Feld getriebene Haupt- und Nebengänge sich zwar dem Belagerer sehr furchtbar machen zu können geglaubt; allein es wird leicht seyn: auch hier den Belagerten zu täuschen, indem man auf der Kapitale einige schwache Minen springen läßt, um den unterirdischen Krieg zu eröffnen; oder indem man des Nachts eine Reihe Schanzkörbe hinsetzt, sie oben mit Faschinen bedeckt, und dieser Gabionnade dadurch das Ansehen einer wirklichen Parallele giebt, gegen die der Feind gewiß seine vordersten Minen anwenden wird, wenn seine Gänge sich so weit erstrecken. Geschieht dieses, wird sogleich der Trichter besetzt und von ihm aus eine überladene Mine gesprengt, um die feindlichen Gallerien unbrauchbar zu machen, während man die dritte Parallele anlegt. Aus dieser — nachdem man auf der Capitale eine Schachtmine gesprengt hat — geht man 75 Fuß neben derselben gerade vor, bis an den Fuß des Glaçis, woselbst in einer Nacht vermittelst der flüchtigen Sappe die vierte Parallele vollendet, und durch die auf den Capitalen gesprengten Schachtminen alle Verbindung des Minensystems abgeschnitten wird. Man kann alsdann ohne große Gefahr sich des vorspringenden Waffenplatzes bemeistern, und auch hier durch ähnliche Minen den Hauptgang unter dem Auftritte des bedeckten Weges eindrücken.

Mouzé hat seine Gegenminen durch die Horchgänge hinreichend gedeckt, die überall dem Feinde die Spitze bieten, wo er nur immer seinen Angriff beginnen mag. KL. Fig. 120. Tab. XI. Andere Horchgänge sind gegen den Raum zwischen den Hauptgängen gerichtet, n, oder liegen wie DD, damit durch sie das ganze Logement auf dem Glaçis My gesprengt werden kann. Dennoch ist auch dieses System leicht durch die Schachtminen unbrauchbar zu machen. Zwei derselben PP haben die Aufmerksamkeit des Belagerten auf sich gezogen, damit der Belagerer mit einer halben Parallele den Raum zwischen zwei Ravelinen umfassen und durch Schachtminen o, o, einen Theil der Verbindungsgänge gK und hi eindrücken kann. Die darauf folgende Eroberung des ausspringenden Winkels giebt Gelegenheit, durch dreifache, aber zugleich springende Schachtminen Z sich von der Furcht vor den hier liegenden Minen zu befreien.

Auch gegen Marescots Minenanlage, Fig. 121. Tab. X. fangen die drei Schachtminen r den Angriff an, eine auf der Kapitale, und die andern beiden 30 Fuß von ihr entfernt und mit 400 Pfund Pulver geladen. Die Sicksacks werden mittlerweile auf den Capitalen der Bollwerke vorgetrieben, und zu einer vierten Parallele zwischen den Ravelinen verbunden, um sie in der unmittelbar darauf folgenden Nacht vollends zusammenziehen und die neuen Schachtminen p, p, anlegen zu können, welche durch ihre Explosion das ganze Minenwerk zwischen a und d unbrauchbar machen. Die Eroberung des bedeckten Weges und das damit verbundene Springen dreier neuer Minen e wird die Besitznahme der Contrescarpe vollenden und sichern.

Man sieht: daß bei dem Angriff der so sehr unter sich verschiedenen Minengewebe dennoch beinahe ein ganz gleiches Verfahren statt findet. Eine gänzliche Unbekanntschaft mit der Lage und Einrichtung der Gegenminen einer Festung kann daher auch keinen merklichen Einfluß äußern. Nachdem man vor dem Ravelin ein paar Schachtminen gesprengt hat, geht man neben denselben vor, legt eine vierte Parallele an und stürmt den ausspringenden Winkel des bedeckten Weges, indem man zugleich durch überladene Minen den Boden zerstört, unter dem die feindlichen Gegenminen allezeit liegen müssen. Dieses Terrain ist ohngefähr 240 Fuß breit; vierzehn Schachtminen sind hinreichend, es einzunehmen. Jede mit 300 Pfund Pulver geladen, beträgt 4200 Pfund, womit man eine bedeutende Fläche vor der dritten Parallele in Einer Nacht gewinnt; da ein Globe de Compression mit derselben Ladung, nachdem er mit unendlicher Mühe, Gefahr und Zeitverlust zu Stande gebracht ist, seine Wirkung nicht über 45 Fuß von seinem Mittelpunkte erstreckt, und daher höchstens 80 Fuß Terrain einnimmt. Rechnet man auf jeden Minenschacht 2 Minirer und 3 Handlanger, werden zu zweimaliger Ablösung 56 Minirer und 84 Arbeiter erfordert.

Um sich von dem glücklichen Erfolg zu überzeugen, müssen die vor der Mitte der dritten Parallele in den beiden Schächten r, r, Fig. 121. beschäftigten Minirer genau Acht geben, ob sie den Feind nach dem Springen jener Minen noch arbeiten hören. Ist dieses nicht, läßt sich erwarten: daß der feindliche Minirer entweder in seinem Gange erdrückt, oder wenigstens durch den in letzteren eingedrungenen Pulverdampf vertrieben worden ist. Zugleich muß man in einem der entstandenen Trichter unverzüglich einen neuen Schacht so tief als möglich einsenken. Trifft man hier nicht auf den Belagerten, und hört man durchaus Nichts von ihm, läßt sich mit Gewißheit erwarten: daß er völlig vertrieben, und daß der Belagerer völlig Meister des unterirdischen Terrains ist. Er muß daher alles bereit ma-

Digitized by Google

chen: in der folgenden Nacht den bedeckten Weg zu stürmen. Nur durch ein so rasches und kühnes Verfahren, das dem Feinde keine Zeit zum Besinnen läßt, kann der Belagerer die Zeitdauer eines Angriffes abkürzen, der, auf die gewöhnliche Weise geführt, in unendliche Schwierigkeiten verwickelt, und obgleich an sich nicht sehr gefahrvoll, es durch das lange Verweilen in dieser Nähe der feindlichen Werke wird.

Liegen die Gegenminen, wie es zu einer guten Vertheidigung immer seyn sollte, unter dem Graben am Fuß der Bresche, und unter derselben: kann sie der Belagerer hier nicht anders angreifen, als von vorn, auf die gewöhnliche Art. Durch einen trocknen Boden, der ihm erlaubt: auf der Grabensohle einen 12 bis 18 Fuß tiefen Schacht auszugraben, wird es ihm zwar einigermaaßen erleichtert; doch immer bleibt ihm ein größerer Theil der Arbeit und Gefahr noch übrig. Erst nachdem der Belagerte alle unter der Bresche liegende Minen verschossen hat, kann er auf die Beendigung des unterirdischen Krieges hoffen, wenn es ihm nicht vielleicht gelang: durch einen raschen Anfall in die Verbindungsgallerie einzudringen, und die vielleicht noch nicht geschehene, oder noch nicht beendigte Zubereitung der unter dem Wall liegenden Minen durch die Explosion einer starken Ladung zu hindern. (S. Sprengen der Festungswerke.) Die Mittel, welche in der Hand des Belagerten stehen, die Fortschritte des feindlichen Minirers zu hindern, wird man weiter unten auseinandergesetzt finden. (S. Vertheidigungsminen.)

Minenladungen (s. Ladungen.)

Minenschacht, s. Schacht.

Minenstockwerke, s. Stockwerksminen.

Minensystem, s. Gegenminen und Vertheidigungsminen.

Minentrichter, s. Trichter.

Minenzweige, s. Minenäste.

Minirer (Mineurs) müssen aus solchen Leuten bestehen, die in den Verrichtungen ihrer Bestimmung: dem Ausheben und Ausschalen der Schächte, dem Arbeiten unter der Erde mit allen Werkzeugen und nach den verschiedenen Umständen, dem Bohren und Sprengen des Gesteines, dem Austrempeln der Gänge, der Verfertigung der Pulverkasten und Leitrinnen, dem Laden und Versetzen der Kammen, vollkommen geübt, die im

Digitized by Google

Stande sind: sie mit der größten Ordnung und in der möglichsten Geschwindigkeit auszuführen. In dem unterirdischen Kriege sind oft wenig Minuten ein ungeheurer, nicht zu ersetzender Verlust. Nur indem der Minirer seinem Feinde zuvorkommt, kann er seinen Zweck erreichen! Er wird dies aber nie, wenn seinem Gebrauche im Kriege nicht ein vollständiger Unterricht, eine unausgesetzte Uebung im Frieden vorherging.

Um diese Uebung zu erleichtern, ist es vortheilhaft: die Minirer aus den Bergleuten, den Maurern und Zimmerleuten zu wählen, die dann desto leichter in den ihnen eigenthümlichen Arbeiten unterwiesen werden können.

Da jedoch im Felde nicht beständig Minenarbeiten vorfallen, oft mehrere Belagerungen ohne dieselben beendiget werden: ist es unter allen Bedingungen vortheilhafter: keine besondern Minirerkompagnien zu haben, sondern jeder Pionnierkompagnie eine bestimmte Anzahl Minirer zuzutheilen. Bei den preußischen, 200 Mann starken Kompagnien befinden sich 8 Brigaden, deren zweien ein Unteroffizier vorgesetzt ist, jede zu 1 Gefreiten und 6 Mann. Unter diesen 7 Mann sind 4 Bergleute oder Steinbrecher, 1 Maurer und 2 Zimmerleute. Man sieht: daß eine solche Kompagnie gleich geschickt ist, den Minenarbeiten bei einer Belagerung sowohl, als bei der Vertheidigung einer Festung Genüge zu leisten.

Zu letzterem Behuf verlangt Bousmard 36 Minirer und 134 Handlanger; offenbar der erstern zu wenig, wenn die Festung ein ausgedehntes Minengewebe, oder wohl gar mehrere, mit Gegenminen versehene Angriffsfronten hat, und wenn man den nothwendigen Abgang im Laufe einer Belagerung erwäget. Festungen, die gar keine Gegenminen haben, sollen nach Struensee (Kriegsbauk. 1ster Thl.) nur mit 8 Minirern besetzt werden. Hier können sie aber gerade sehr vortheilhaft gebraucht werden: Fladderminen unter die vorliegenden Werke und das Glacis zu legen, und einige Gänge unter den Wallgang der Hauptwerke zur kräftigeren Vertheidigung der Bresche zu treiben. Die vorerwähnte Organisirung der Festungspionnier berücksichtiget diesen Umstand auf eine sehr befriedigende Weise, weil alsdann die überflüssigen Minirer sehr gut als Sappeurs bei den mancherlei Vertheidigungsarbeiten anwendbar sind.

Minirgeräthe oder Werkzeuge (Outils de Mineurs) theilen sich in solche, die zu den Arbeiten vor Ort gehören; 2) in die zu dem Steinsprengen erforderlichen, und 3) in die zu Bearbeitung der Minenhölzer dienenden. Die zu einer Belagerung ohngefähr erforderliche Anzahl dieser Geräthschaften, so wie die zur Vertheidigung eines Minensystems nöthigen, sind schon oben aufgeführt worden (s. Ausrüstung und Belage-

rungstrain). Gumperz verlangt folgende Menge derselben im Felde, die auf einem vierspännigen Wagen mitgeführt werden:

1) Zu den Erdarbeiten:

20 Erdhauen, wiegen zusammen	120	Pfund.
10 dergl. kleinere	40	—
20 Schaufeln	80	—
10 Spaten	40	—
4 Stich- oder Rasenspaten	12	—
4 Erdscharren	16	—
2 starke Sticheisen oder Schrämspieße	60	—
10 schwächere dergl.	80	—
6 Maurerhämmer	24	—
20 Brecheisen	80	—
10 eiserne Keile	60	—
15 kleine Handschlägel	60	—
4 kleine Sägen	8	—
4 kleine Beile	6	—
4 Zimmer-Hammer	4	—
12 Nagelbohrer	2	—
4 Setzwaagen	8	—
4 Bleilothe	4	—
6 Maaßstäbe	6	—
2 Zimmerschnuren	2	—
6 kupferne Hammer	6	—
10 Minirleuchter	20	—
300 Lichte	50	—
5 Laternen	4	—
60 Wachslichte	10	—
1000 halbe Bretnägel	14	—
200 kleinere Nägel	4	—
2 Pulvermaaße	2	—
2 Trichter zu den Zündwürsten	2	—
6 lederne Beutel, jeder zu 50 Pfd Pulver, wiegen	18	—
600 Fuß Pulverwurst von dichter Leinwand oder Drell	16	—
2 Feuerzeuge, mit Stahl, Steinen, Schwamm und Schwefelfaden	4	—

2) Zu dem Steinsprengen:

5 Steinbohrer	100	—
15 Schlägel aus Eisen	220	—
5 große Steinbrecher-Hammer	60	—
10 Ausräumer } 10 Räumnadeln }	10	—
10 Setzer, unten mit Kupfer besetzt	10	—
2 blechne Büchsen zu dem Pulver	2	—

Digitized by Google

10 Spitzhauen	40	Pfund.
10 Keilhauen oder Pickel	40	—
10 Doppelhauen	40	—

3) Zu den Holzarbeiten:

1 große Zimmersäge	8	—
1 Lochsäge	8	—
2 mittlere Handsägen	8	—
2 kleinere dergl.	6	—
2 Grubenärte oder K	6	—
2 Handbeile	6	—
2 Hohlterel oder Queerärte	6	—
2 große Bohrer	4	—
1 Drillbohrer mit Eisen	2	—
2 Schneidemesser	4	—
2 Schnitzer	2	—
2 Spitzwinder	½	—
2 Hohlmeißel	2	—
1 großer, 1 kleiner, 1 Schrot- Hobel	14	—
2 Hammer	2	—
2 Kneipzangen	4	—
2 Schraubenzieher, 6 Feilen, die Sägen zu schärfen, 1 eisernes Winkelmaaß, 2 Handzirkel, 12 kleine Maaßstäbe zu 1 Fuß, 6 Schleifsteine	10	—

Das ganze Gewicht dieser Werkzeuge beträgt etwas über 1700 Pfund; bei näherer Untersuchung des einzelnen Gewichtes derselben sieht man jedoch: daß von jenem noch abgehen wird, wenn man den größten Theil der Werkzeuge erleichtert, weil die französischen überhaupt sehr schwer und unbeholfen sind.

Minirkörbe (Corbeille), s. **Erdkörbe.**

Mittelbollwerke heißen die **Bastione**, wenn sie nicht auf den Ecken der Polygone, sondern auf der Mitte der Linien liegen. Bisweilen finden sich beide nebeneinander, wenn eine zu lange Courtine das Bestreichen des Raumes vor derselben nicht gehörig erlaubt; andere haben die **Mittelbollwerke** von dem Hauptwalle abgesondert, der dadurch die Form eines einfachen Vieleckes, oder auch wohl einer Tenaille bekommt.

Bei ziemlich spitzwinklichen Polygonen, wo die gewöhnlichen Eckbollwerke ebenfalls sehr spitz werden und verhältnißmäßig zu

weit in das Feld vorspringen würden, sind Mittelbollwerke ohnstreitig vortheilhaft. Sie erfüllen hier den Grundsatz einer regelmäßigen Vertheidigung: die dem Angriff ausgesetzten Linien möglichst rechtwinklich zu bestreichen. Mit Unrecht hat aber Rimpler sie ausschließend in seiner Befestigungsmanier angewendet; um durch sie eine innere Vertheidigung hervorzubringen. Verständiger haben sie Virgin und Montalembert für einzelne Fälle empfohlen, und Cormontaigne hat durch sein vierzigseitiges Polygon alle Bastione in gewisser Rücksicht zu Mittelbollwerken gemacht.

Mittelpunkt der Festung (Centre du polygon) ist derjenige Punkt, wo sich bei regulairen Umrissen alle Halbmesser der Polygone vereinigen. Bei irregulairen Festungen hingegen, deren Gestalt nicht durch eine gleichförmige graphische Construction, sondern durch die Beschaffenheit des Terrains bestimmt wird, hat jede Polygonseite beinahe einen andern Mittelpunkt, wie an seinem Orte gezeigt worden. (Irregulaire Festung.)

Mittelwall, s. Courtine.

Modell ist ein, nach einem verjüngten Maaßstabe verfertigtes, und dem Entwurf in allen Theilen vollkommen ähnliches Gebäude. Soll es seiner Absicht entsprechen: dürfen die angenommenen Maaße nicht zu klein seyn, damit sich jede Kleinigkeit daran erkennen und selbst abmessen läßt. In fortificatorischer Hinsicht ist die Modellsammlung, welche der verstorbene Marquis von Montalembert besaß, eine der wichtigsten. Sie bestand aus 89 auf das genaueste nach dem Maaß verfertigten Modellen, in 8 Abtheilungen, und war folgendergestalt geordnet:

a) Sieben Modelle, welche zu dem bastionirten System gehörten, nach einem Maaßstabe von 5 Toisen auf 1 Zoll.

b) Zehn Modelle, zu dem Angular- oder Tenaillen-System gehörig, theils in einem kleinen Maaßstabe ($10\frac{1}{2}$ Zoll = 150 Toisen), theils auch in einem größeren von $1\frac{1}{4}$ Zoll = 1 Toise.

c) Dreizehn viereckige Forts und die zugehörigen Caponieren. Die Maaßstäbe waren: 1 Zoll = 5 Toisen, 6 Zoll = 100 Toisen, $9\frac{1}{4}$ Zoll = 15 Toisen.

d) Fünf dreieckige Forts in denselben Maaßen.

e) Fünf runde Forts und drei Thürme.

f) Funfzehn Forts zu Vertheidigung der Seeküsten.

g) Vier einzelne Batterien, und Theile derselben. Maaßstab $9\frac{1}{4}$ Zoll = 2 Toisen.

Digitized by Google

h) Vier und dreißig Arten von Wall- und Küsten-Laffeten in dem eben erwähnten Maaße.

Nicht minder merkwürdig sind die, noch unter den Augen des Marschalls Vauban verfertigten Modelle der französischen Festungen, von denen sich ein Theil gegenwärtig in Berlin befindet. Jede dieser Festungen hat um sich einen größern oder kleinern Terrainstrich, und giebt daher eine gute Uebersicht der Lage, Einrichtung und Stärke der Festung.

Modul ist in der Baukunst ein Maaß, das von der Stärke des Säulenschaftes genommen wird, indem man nach Scamozzi den ganzen, oder nach Vignola den halben Durchmesser in 30 Theile theilt. Durch diesen Modul werden nachher die einzelnen Glieder der Säulenordnungen abgemessen und bestimmt.

Mönch (Moine), um die Minen zu zünden, besteht aus einem Stück Zündschwamm, 2 Linien dick und 15 Linien lang, der zwar trocken und feuerfangend, aber nicht mit Salpeterwasser getränkt seyn muß, weil er außerdem zu schnell verbrennen würde. Nachdem nun das, aus der Leitrinne hervorgehende äußerste Ende der Zündwurst aufgeschnitten und mit Mehlpulver bestreuet worden, kommt der untere Theil des Schwammes — der gespalten und mit Pulver eingerieben ist — auf die Zündwurst; der obere Theil aber geht durch ein Quartblatt Papier hervor, welches jene Zündung bedeckt, und von 4, auf seine Ecken gelegten Steinen unverrückt erhalten wird. Zündet man nun das obere Ende des Schwammes an: brennt er langsam herunter, und endlich durch das Papier, wodurch die eigentliche Zündung Feuer bekommt. Ein anderes, eben so großes Stück Schwamm dient dem Minirer zu dem Anzünden des Mönches und zugleich als Zeiger (témoin), um den Augenblick des Springens der Mine zu bestimmen. Diese, auch bei dem Sprengen in den Bergwerken und Steinbrüchen übliche Art zu zünden, ist einfach und sicher; hat aber den Nachtheil: bisweilen durch die unterirdische Feuchtigkeit, welche bekanntlich der Schwamm sehr anziehet, oder auch wegen Luftmangel zu verlöschen; daher man oft auch ein anderes Verfahren anwendet. (S. Zünden der Minen.)

In der Baukunst werden auch noch einige andere Dinge mit dem Namen des Mönches belegt; nämlich die hohle Säule zu dem Ablassen der Fischteiche, die Spindel einer Windeltreppe, so wie überhaupt jede andere ähnliche Spindel; endlich eine alte Art halbzylinderförmiger Hohlspiegel.

Moëlon, s. Steine.

Digitized by Google

Mörser (Mortier) spielen sowohl bei dem Angriff, als bei der Vertheidigung der Festungen eine so wichtige Rolle, daß man sie nicht nur unentbehrlich finden, sondern daß man ihnen auch den Vorzug vor den Kanonen geben müßte, wenn die Mörser allgemein eine durchaus zweckmäßige Einrichtung hätten, und wenn man immer eine hinreichende Menge Bomben haben könnte. Wir dürfen in Hinsicht dieses so nützlichen Geschützes auf das Wörterb. d. Artillerie und auf die Artik. beschießen, Bomben und Geschütz verweisen.

Mörserkasematten (Casemattes des Bombes) wurden zuerst von Virgin auf den Flanken der Bollwerke vorgeschlagen, und unterscheiden sich von den gewöhnlichen Kasematten dadurch: daß sie vorn offen und mit einem höheren Bogen (von etwa 12 Fuß) geschlossen sind, B, Fig. 214., damit die unter 45° Elevation geworfenen Bomben einen freien Ausgang finden. Man darf nicht besorgen: daß die Bomben der Belagerer durch diese Oeffnung herein fallen; sie müssen zu Vermehrung der Prokussionskraft mit höheren Elevationen geworfen werden und haben deshalb weit größere Einfallswinkel. Gegen die herumfliegenden Stücken der vor den Kasematten springenden Bomben schützt die Brustmauer d, und ein 6 Fuß tiefer Graben, der auf seiner Sohle 2 Fuß lockern Sand oder Erde hat. 12 Fuß sind hinreichend zur Breite dieser Kasematte. Weder Virgin noch Carnot erwähnen des eben angezeigten Grabens, weil sie die Kasematte durch den vor ihr liegenden Wall hinreichend gegen die feindlichen Bomben gesichert halten. Allein, eine einzige Bombe, die zufällig zwischen dem Walle und der Kasematte herein fällt, wird durch ihr Springen immer den darunter stehenden Mörser unbrauchbar machen.

Mörtel (Mortier) heißt die Mischung des Kalkes mit Sand, klar gestoßenen Ziegeln u. a. m., wodurch seine bindende Eigenschaft gleichsam erst entwickelt wird. Das Nöthige über diesen Gegenstand ist schon oben (Artik. Kalk) gesagt worden, und daher hier blos noch das Verfahren des franz. Architekten Fleuret anzuführen, um Gußsteine zu verfertigen.

Der Kalk wird zu dieser Absicht, frisch gebrannt, in Stükken von der Größe eines Eies zerschlagen, in einen durchlöcherten Handkorb geschüttet, und in ein Gefäß mit Regen- oder Flußwasser getaucht, bis dasselbe auf der Oberfläche zu kochen anfängt. Man nimmt nun den Korb heraus, läßt ihn ein wenig ablaufen und schüttet ihn in ein leeres Faß, bis auf 2 Zoll unter dem obern Rande, wo der Kalk sich stark zu erhitzen und zu rauchen anfängt, bis er endlich völlig in Staub zerfällt. Um aber den Rauch zurückzuhalten, der dem Mörtel eine vor-

Digitized by Google

züglich bindende Kraft geben soll, wird die Oberfläche des Kalkes mit Sand bedeckt, hoch genug: daß der heftig gährende Kalk nicht hindurchbrechen kann; sobald sich daher irgend ein Riß in dem Sande zeigt, muß schnell wieder Sand darauf geworfen werden. Nach 10 bis 15 Minuten wird der Kalk die gehörige Zubereitung haben, um nun mit ⅔ Sand — der besser noch, zur Hälfte aus klar gestoßenen Dachziegeln, oder ⅓ der letztern und ⅔ Sand besteht — vermischt zu werden. Dieses geschieht vermittelst der Kalkhacke trocken; denn erst, wenn Sand und Kalk überall gleichförmig vermischt sind, wird der Haufen mit einer Gießkanne benetzt und dabei 12 Minuten lang stark durchgearbeitet, daß er einer feuchten Erde ähnlich wird, und nun sogleich verarbeitet werden kann. Sollte der Kalk ja noch ein wenig zu steif scheinen, darf dennoch kein Wasser hinzugegossen werden; sondern man nimmt anstatt desselben flüssigen Kalk, der auf die gewöhnliche Art gelöscht und aufbewahrt ist. Man sieht: daß der so bereitete Kalk nichts andres als ein Cementmörtel ist, der auch auf dieselbe Art verarbeitet werden muß (s. Cement), wenn er die erwartete Festigkeit bekommen soll.

Moineau ist der Name eines kleinen, flachen Bollwerkes, welches die alten Ingenieure bei unregelmäßigen Befestigungen vor die Mitte einer zu langen Courtine legten. In der neueren Zeit nimmt man abgesonderte Bollwerke oder Raveline w. u. i.

Mole, s. Vorwerke.

Montalembert, Marc René, Marq. von, trat 1731 sehr jung in französische Kriegsdienste, und legte sich ganz besonders auf das Studium der Kriegsbaukunst. Während der in diesen Zeitraum fallenden Kriege befand er sich zwei Jahr als Volontair bei der schwedischen und eben so lange bei der russischen Armee, und hat wahrscheinlich bei erstern die Idee zu seinen Donjeons, durch die von dem schwedischen General Carlberg vorgeschlagenen steinerne Thürme bekommen. Er wohnte funfzehn Feldzügen in Flandern, Italien und Deutschland, am Rhein, in Baiern, Böhmen, Westphalen, Pommern, Brandenburg und Schlesien, und in diesen neun Belagerungen bei, und sah und untersuchte einen großen Theil der Festungen Europens. Weil er nun bemerkt hatte: daß der Widerstand gewöhnlicher Festungen mit Bollwerken weder dem Aufwande, welche ihr Bau verursacht hatte, noch auch der Größe ihrer Werke entsprach: erklärte er diese ganze Befestigungskunst für untauglich, und setzte eine Tenaille (s. dies Wort) an ihre Stelle, die dem

Feinde durch mehrere Lagen kasemattirter Batterien übereinander ein überlegenes Feuer entgegensetzt. Sein System (La fortification perpendiculaire, ou Essai sur plusieurs manières de fortifier etc.) stieß sowohl durch den Umriß, als durch die von dem Walle abgerückten Futtermauern, und durch die zwei- und dreifachen Lagen Geschützstände, gegen die gangbaren Grundsätze der Befestigungskunst, und fand daher starken Widerspruch bei dem franzdsischen Ingenieurkorps aus, dessen Offiziere eine ausführliche Widerlegung drucken ließen (Mémoires sur la fortification perpendiculaire, 4to. 1786.). Der Marquis beleuchtete diese Widerlegung, und setzte seine Ideen — nach denen verschiedene Werke bei Anklam und Stralsund, auf der Insel Oleron und das hölzerne Fort auf der Insel Aix angelegt worden waren — mehr auseinander, so daß sein Werk bis zu dreizehn Bänden anwuchs. In Deutschland fanden seine Grundsätze den verdienten Beifall; mehrere Orte wurden darnach befestiget. In Frankreich aber erwähnten die neueren Schriftsteller über die Kriegsbaukunst seines Namens nicht einmal. Nur zwei, Belair und Mandar ließen ihm Gerechtigkeit widerfahren; auch Carnot nahm einiges von ihm auf, doch ohne ihn zu nennen, wie er es auch mit Virgin gemacht hatte. In den Stürmen der Revolution blieb der Marq. von Montalembert, ein fast achtzigjähriger Greis, ruhig in seinem Hotel in Paris, woselbst er auch gestorben ist.

Mordkeller, s. Kasematten.

Munition, welche in einer Festung erforderlich ist, siehe Ausrüstung; die zu einer Belagerung nöthige Munition aber ist unter Belagerungstrain zu finden.

N.

Nächtlicher Ueberfall (Camisade), s. Ueberfall.

Nägel (Cloux) müssen aus geschmeidigem Eisen geschmiedet, auf ihren Flächen eben und ohne Schiefer, weder zu hart noch zu weich seyn, damit sie gut in das Holz gehen, ohne sich zu biegen, sich aber dennoch mit der Spitze umschlagen lassen.

Bei Ansetzung der zu einem Bau erforderlichen Nägel ist sowohl der hier vorfallende häufige Bruch, als auch das gewöhnliche Vertragen derselben zu berücksichtigen, und beides zusammen wohl auf 30 bis 40 pro Cto. zu rechnen. Man veran-

Digitized by Google

schlagt übrigens auf jeden Knappen 2 Nägel, auf jede Latte 10 Nägel, und auf ein Bret 20 Nägel; denn jede Latte wird auf dem Sparren, auf welchem sie liegt, mit 1, und jedes Brett auf seinen Balken mit 2 Nägeln befestiget. Man bedarf ferner zu

1 Quadratruthe Decke auf Bretterschalung: 1050 Rohrnägel.
1 — — desgl. auf Lehmfache und über die Balken zu berohren: 450 — — 10 Bo. Bretn.
200 laufende Fuß Stiele, Rähmen oder Balken zu berohren: 1620 Rohrnägel.

Die gewöhnlichen Gattungen Nägel zeigt folgende Tafel:

Arten der Nägel.	Länge in Zollen.	Gewicht derselben. Pfund.	Loth.
		A. das Stück.	
1) Große Schleusennägel, oben 1 Zoll stark	17	5½	—
2) Mittlere desgl. zu Befestigung der Grundbalken an die Pfähle, ⅝ Zoll stark.	18	1	24
3) Zu den Schleusenbödden, ½ Zoll stark.	13	—	19
		B. das Schock.	
4) Ganze Knappennägel, breit mit großen Köpfen.	10	36	16
5) Halbe Knappennägel, oder Sechspfennignägel.	8	14	8
6) Viertheils-Knappennägel, oder Dreipfennignägel.	6½	6	8
7) Thornägel, mit großen Köpfen.	3½	1	16
8) — — mit kleinen Köpfen.	3	1	5
9) Bodenspieker.	5½	2	21
10) Lattennägel.	3½	1	12
11) Ganzer Bretnagel.	3	1	—
12) Halber — —	2¼	—	20
13) Leistennagel.	1⅛	—	5
14) Spohnnagel.	2¼	—	1½
15) Schindelnagel.	2½	—	5
16) Schiefernagel.	1½	—	5
		C. das Tausend.	
17) Ganzer Schloßnagel.	1½	3	16
18) Halber — —	¾	2	26
19) Rohrnagel.	1	3	8

Nase ist der Haken der Dachziegel, durch den sie auf die Dachlatten gehangen werden.

Nebenflanke (Second flanc, oder flanc de Courtine) wird durch das Eintreffen der Streichlinie auf der Courtine oy und Px, Fig. 139. Tab XII. gebildet, so daß noch ein Theil der letzteren zu Bestreichung des Bollwerkswinkels angewendet werden kann. Da die Alten sehr lange Courtinen und gewöhnlich kleine Bollwerke machten: findet man auch fast bei allen ihren Befestigungssystemen die Nebenflanke. Auch Glaser, Sturm, und der P. Castel empfehlen sie, weil man durch sie Gelegenheit bekomme: einige Kanonen auf CX zu stellen, und weil man mit größerer Bequemlichkeit eine Faussebray anbringen könne. Der größere Theil der neueren Ingenieure hat jedoch die Nebenflanke mit Recht als unnütz verworfen, weil sie 1) eine viel zu schiefe Vertheidigung giebt, als daß man eine genügende Wirkung von ihr erwarten könnte; 2) die Bollwerke durch sie zu spitz, und 3) die Flanken zu kurz ausfallen. Stumpfe Bollwerke aber gewähren mehrere wichtige, die Nebenflanke weit überwiegende Vortheile:

a) springen sie weniger in das Feld vor; ihre Façen haben eine mehr gerade, der Capitale näher liegende Vertheidigung.

b) Ist die Lage und Länge der Courtine nebst der Weite der Kehle gegeben, bekommt man eine größere Flanke und folglich auch ein größeres Bollwerk, wenn man den vorspringenden Winkel P und O stumpfer macht, so daß die Streichlinie nicht mehr in die Courtine, sondern in den Flankenwinkel C fällt. Wenn im Gegentheil die Courtine, wie gewöhnlich, unbestimmt ist: werden durch einen stumpfen Winkel die Kehlen der Bollwerke weiter, die Flanke freier, und die Courtine und die Streichlinien länger. Man kann demnach mit der nämlichen Anzahl Bollwerke einen größeren Raum umschließen, welches in Hinsicht der Baukosten allerdings sehr vortheilhaft ist, da man unter diesen Umständen nicht an der Vertheidigungsfähigkeit verliert.

Nebengänge, s. Minenäste.

Nebenthüre, s. Einlaßpforte.

Neuneck (l'Ennéagone) umschließt bei 90 Ruthen Polygonseite einen hinreichenden Raum für 5000 Mann Besatzung, die der Feind nicht ohne Sorge unberührt lassen kann. Eine solche Festung würde demnach schon unter die zweite Klasse zu zählen seyn, die ihre Stelle auf den wichtigeren Pässen der ersten Linie bekommen.

Niedere Façe (place basse) entsteht durch die, um das Bollwerk herum gehende Faussebray (w. n. i.); alles, was

in Rücksicht der zweckmäßigen Einrichtung dieses Festungstheiles, statt findet, ist daher auch auf die niedere Face völlig anwendbar.

Niedere Flanke (flanc bas) ist zu Bestreichung des Grabens bestimmt; sie muß daher diesen

1) auf der Sohle, oder einen nassen Graben auf der Oberfläche des Wassers vollkommen bestreichen können;
2) muß sie möglichst gegen das feindliche Feuer gedeckt seyn;
3) muß sie, wenn sie vor der hohen Flanke liegt, durch einen Graben von dieser geschieden seyn, damit die herabgeschossenen Steine und Schutt nicht ihren Wallgang bedecken und sie dadurch unhaltbar machen.

Wie diese Bedingungen zu erfüllen sind, ist schon oben gesagt worden (Artik. Flanke). Das Vortheilhafteste scheint wohl zu seyn: dem Durchgange nach der niederen Flanke eine solche Einrichtung zu geben, daß er zur Zeit des feindlichen Ueberganges über den Graben für 2 Geschütze Raum hat, um die über den Graben geführte Sappe oder den Damm beschießen zu können. Weil aber die Contrebatterie eben dieses verhindern soll, muß diese niedere Flanke nothwendig durch eine vorgelegte Schulterwehr (Masque) verborgen und gesichert werden. (S. verdeckte Batterien.) Wird nun in der ersten und zweiten Epoche der Belagerung blos von der hohen Flanke gegen die Contrebatterie gefeuert: bleibt die offene niedere entweder ganz von dem Feinde unbeachtet, oder leidet keinen wesentlichen Schaden, weil sie nicht mit Geschütz besetzt ist, und blos den hinter ihr liegenden Durchgang schützen soll. Sie kann demnach den Uebergang über den Graben sehr erschweren, oder bei einem Wassergraben durch Zerstörung des Faschinendammes im Augenblicke des Sturmes entscheidend wirken.

Niederer Wall, s. Fausſebray.

Niederländiſche Befeſtigungsmanier gründete ſich zuvörderſt auf die Eigenheit eines flachen Landes, in einer geringen Tiefe ſchon Waſſer zu enthalten; und dann auf die Nothwendigkeit, worinnen ſich die Niederländer während ihres Unabhängigkeitskrieges befanden: die nach alter Art blos mit Mauern umſchloſſenen Städte ſchnell gegen den ihnen drohenden Angriff der Spanier zu ſchützen.

Die Eigenheiten dieſer Befeſtigungsweiſe ſind daher:

1) Waſſergräben, welche das Hauptwerk ſowohl, als die Auſſenwerke umſchließen; ja, bisweilen ſogar ein Vorgraben außerhalb des Glacis,

Digitized by Google

2) Erdwälle, entweder ohne Futtermauern, oder wenigstens nur mit halber Mauerverkleidung.
3) Eine die ganze Festung umschließende Fausſebray (w. n. i.) zur niederen Vertheidigung der Contreſcarpe und des Waſſergrabens.
4) Viele und mancherlei Außenwerke, beſonders Hornwerke; öfters ſelbſt ein doppelter bedeckter Weg.
5) Spitze Bollwerkswinkel, und daher Nebenflanken. Zugleich ſtehen die ziemlich kurzen Flanken der Bollwerke auf der Courtine ſenkrecht. (S. Freitag.)

Bei den Deutſchen fand dieſe Manier den meiſten Beifall; mehrere noch exiſtirende Feſtungen der nördlichen Länder ſind nach ihr gebaut. Die Befeſtigungsſyſteme Marolois, Melders, Völkers, Ruſenſteins, Scheithers, Neubauers, Burgsdorfs, Klengels, Heers und Cöhorns gründeten ſich auf ſie. (S. Syſteme.)

Nivelliren des Terrains iſt bei dem Bau einer Feſtung eine unerläßliche vorläufige Operation, um das Defilement, d. h. die relativen Höhen der Feſtungswerke zu beſtimmen, damit ſie den innern Raum möglichſt gegen die Beherrſchung der umliegenden Gegend ſchützen, und dieſe vielmehr auf eine zweckmäßige Art überhöhen. (S. Defilement.) Das Verfahren dabei iſt bekannt genug, als daß es einer beſondern Erwähnung bedürfte.

Auch die Minengänge einer Feſtung müſſen nothwendig nivellirt werden, wenn man noch keinen genauen und richtigen Riß davon hat, und ihre ſenkrechte Entfernung von der Oberfläche der Erde, oder, welches eben das iſt: die kürzeſten Widerſtandslinien der zugehörenden Minenkammern nicht weiß. Man legt zu dem Ende das Minengewebe zwiſchen zwei horizontale Flächen, deren einer durch die Sohle der niedrigſten Gallerie, und die andere durch den höchſten Punkt des Glacis geht. Werden nun durch Abwiegen der Minengänge und des Terrains über denſelben die entſprechenden Höhen übereinſtimmender Punkte gefunden: ſo ergiebt ſich daraus die Stärke des zwiſchen ihnen liegenden Erdbodens, oder die verlangte k. W. L.

Weil dieſes Nivelliren der dunkeln Minengänge mit den gewöhnlichen Inſtrumenten, oder mit dem Richtſcheit und der Schrotwaage theils beſchwerlich, theils unſicher iſt: hat Gumperz eine beſondere Waſſerwaage zu dieſem Behuf erfunden, die an ihrem Orte beſchrieben werden wird.

Noyeau nennt Hechort das Reduit ſeiner Werke. S. Retirade.

Digitized by Google

O.

Ober-Bau heißen alle Bauwerke über der Erde, im Gegensatz des Grundbaues.

Ober-Ingenieur einer Festung (Directeur des fortifications, oder Ingenieur de place) hat die Leitung aller Befestigungs- und Vertheidigungsarbeiten derselben, sowohl im Frieden, als bei einer vorfallenden Belagerung. Seine Obliegenheiten und Vorrechte sind in den Ingenieur-Reglementern genau und ausführlich vorgeschrieben; es würde zwecklose Verschwendung des Raumes seyn, hier etwas darüber zu sagen; um so mehr, als der von ihm zu treffenden Anstalten weiter unten nochmals erwähnt werden muß. (Vertheidigung der Festungen.)

Ober-Platte, das oberste platte Glied über dem Karnies eines Hauptgesimses.

Oeffnen der Laufgräben, s. Eröffnung und Parallelen.

Ohr, der Bogen über dem, durch eine Mauer gehenden Fenster, oder der Thüre, in einem gewölbten Behältnisse, welches als ein Gurt dem Hauptgewölbe an der, durch die Oeffnung unterbrochenen Stelle zur Widerlage dient.

Ordnung, s. Säulen.

Orillon, s. Bollwerksohr.

Ort heißt das hintere Ende eines Minenganges, wo der Minirer arbeitet, um ihn weiter vorzutreiben.

P.

Pagan (Graf von) war der Erste, der die bis dahin gangbare Gewohnheit verließ: die Flanken senkrecht auf die Courtine zu setzen, indem er zugleich seine Bollwerke vergrößerte und überhaupt bei seinem Umriß das Terrain mehr berücksichtigte. Seine Hauptgrundsätze sind:

1) Die äußere Polygon, auf welcher er seine Festungen construirt, setzt er nicht über 96 und nicht unter 46 Ruthen. Denn da die Streichlinie hier schon 68 Ruthen, und die Face 58½ Ruthen ist: würde jene durch Vergrößerung der Po-

Digitized by Google

lygon zu lang werden. Bei einer längern Polygonseite theilte er sie, und machte zwei oder drei Polygone daraus; auf einer kürzern hingegen gab er den Façen ebenfalls eine geringere Länge, um dem Graben vor der Courtine seine Vertheidigung zu erhalten.

2) Den Perpendikul ML setzte er auf $\frac{1}{7}$ AB, Fig. 134. Tab. XII., und machte ihn dadurch von der Größe der äußeren Polygon abhängig. Seine kleinen Winkel übersteigen daher nie 24 Grad, und die Bollwerkswinkel können nicht zu spitz werden.

3) Sobald der Polygonwinkel kleiner als 100° wird: muß der Perpendikul ebenfalls kleiner werden, damit die Bollwerke nicht zu spitz ausfallen.

Wenn man nach diesen Voraussetzungen den Winkel der Streichlinie und Flanke D = 90°, die äußere Polygon a = 180 Toisen, die Façen F = 55 Toiſ., endlich den Perpendikul = 30 Toiſ. und folglich den kleinen Winkel B = 18° 26′ macht, bekommt man durch die Formel $F = \frac{a \text{ Cos. } B - b}{\text{Cos. } 2. B.}$ für die Streichlinie b = a. Cos. B — F. Cos. 2B. (Bollwerk.)

Nun iſt a. Cos. B = 180. Cos. 18° 26′ = 180. 0,948 = 170,6
F. Cos. 2B = 55. Cos. 36° 52′ = 55. 0,805 = 44,2

daher b = 126,4 T.

Die Flanke f = (b — F) tang. B = 71,4. 0,333 = 23,8.

Die Courtine c = 2b. cos. B — a = 252,8. 0,948 — 180. = 59,6 Toiſ. (Die Erläuterung dieſer Formeln findet ſich oben unter den zugehörigen Worten, und unter Bollwerk.) Man bekommt demnach im

	VIEck.	VIIEck.	VIIIEck.
Die Capitale	46,1	44,3	43,3
Die halbe Kehle	37,2	40,9	43,7

ebenfalls durch die dort gegebenen Formeln, wo die Capitale $r = \frac{b. \text{ Sin. } B}{\text{Sin. } A}$;

und die halbe Kehle $g = \frac{1 \text{ Sin. } (A - B)}{\text{Sin. } B} - c$; wo der Winkel A im Sechseck = 60 Grad
im Siebeneck = 64 — 17 Minut.
im Achteck = 67 — 30 — iſt.

Dieſe Befeſtigungsweiſe hat immer noch den Fehler der ältern: zu lange Streichlinien zu geben, weil ſie die äußerſte Grenze des wirkſamen Flintenſchuſſes enthält, den

nun von der Flanke nur bis höchstens an die Bollwerksspitze geht, die Abrundung des Grabens, den ausspringenden Winkel und das Glacis vor demselben aber ohne Vertheidigung läßt. Zugleich raubt Pagan der dreifachen Flanke (v. n. i.) durch den großen Orillon noch einen Theil ihrer Wirkung.

Um gleich bei Erbauung des Bollwerkes sich einen guten Abschnitt zu bereiten, legt Pagan ein anderes kleineres Bollwerk in dasselbe, das einen verhältnißmäßigen Graben vor sich hat, und dessen Linien mit jenem verbunden sind. Man sieht leicht: daß dieses kleinere Bollwerk durchaus keine Grabenvertheidigung hat, und daß es vermittelst einer in die Courtine gelegten Bresche leicht umgangen werden kann. Pagan hat zwar hinter seinem Bollwerksohre drei Kanonen zu Vertheidigung dieser Bresche bestimmt; allein, sie werden wahrscheinlich schon lange vor dem Zeitpunkte des Sturmes durch die feindlichen Bomben unbrauchbar gemacht worden seyn.

Palanken oder Pfahlwerke bestehen aus dicht nebeneinander in die Erde gerammten Pallisaden, die der hinten angeschütteten Erde zur Verkleidung und zugleich als Brustwehr dienen. Man findet diese Befestigungsart häufig in Ungarn und in der Türkei zu Umfassung kleinerer Städte, anstatt der Stadtmauern angewendet.

Pallisaden (Palisades) sind immer eine unerläßliche Verstärkung des bedeckten Weges, wenn dieser nicht durch einen hinreichend breiten und tiefen Vorgraben gegen jeden unerwarteten Anfall des Feindes gesichert ist.

Sie bestehen entweder aus 8 Fuß langem, 8 Zoll starkem Rundholz, oder sind dreieckig geschnitten, so daß jede Seite 7 bis 8 Zoll breit wird. Die erstere Art wird gewöhnlich nur angewendet, wenn man die Pallisaden erst bei der Annäherung des Feindes einsetzt, und daher mehr auf schnelle Beendigung der Arbeit, als auf Ersparniß des Holzes sehen muß; in den Festungen aber, wenn man die Pallisaden mit Muße verfertigen lassen kann, werden sie besser aus starkem Eichen-, Buchen- oder Kienenholz gespalten, daß sie vier runde und zwei platte Seiten bekommen, mit deren einer sie an die Queerlatte, 2, höchstens 3 Zoll auseinander, genagelt werden.

Um die Pallisaden mit dem geringsten Holzaufwande zu bekommen, sind Bäume von 15 bis 20 Zoll Durchmesser, oder 44 bis 58 Zoll im Umkreis, auf dem Stamm, am schicklichsten, denn stärkeres Holz muß zu andern Zimmerarbeiten aufbewahrt werden. Aus nachstehender Tafel ergiebt sich die Zahl und Beschaffenheit der aus einem Klotz zu schneidenden Pallisaden.

Digitized by Google

Dicke des Baumes mit der Rinde.	Ohne Rinde. Durchmesser.	Ohne Rinde. Umkreis.	Giebt Pallisaden:	Breite der Seiten. der platten.	Breite der Seiten. der runden.	Zu 6 Fuß laufender Linie werd. in Pallis. erfordert:	Inhalt einer 8 Fuß langen Pallisade.	Zu einer laufenden Toise ist nöthig	Würfelfuß.
				Zoll.	Zoll.	Zoll	Zoll.	Zoll.	Fuß.
44	12	37	6	6	6	9	1528	13752	8
47	13	41	6	$6\frac{1}{2}$	7	8	2184	17472	10,1
50	14	44	8	7	$5\frac{1}{2}$	8	1848	14784	8,7
54	15	47	8	$7\frac{1}{2}$	$5\frac{1}{4}$	$7\frac{1}{2}$	2064	15480	9
58	16	50	12	8	4	7	1536	1075	6,3

Sie werden gewöhnlich in einer Festung von dreierlei Länge gemacht: 8 Fuß auf den bedeckten Weg, in die trocknen Gräben ꝛc., wo sie 3 Fuß tief eingegraben werden und 5 Fuß herausstehen; 11 Fuß in die Durchgänge an den Traversen; endlich 6 Fuß, wenn sie als Sturmpfähle in die Brustwehren gelegt werden sollen.

Wenn die Pallisaden während des Friedens nicht unter Schuppen aufbewahrt, sondern beständig stehen bleiben sollen, wie um die Pulvermagazine, Schuppen u. dgl., muß man das Holz nicht allein von der Rinde, sondern auch vom Splint befreien, weil dieser der Fäulniß zu sehr ausgesetzt ist. Man muß jedoch alsdann um die Hälfte mehr Holz haben; denn ein Baum, der ohne Splint 14 Zoll Durchmesser hat, muß mit dem Splint $17\frac{1}{10}$ Zoll stark seyn, und ihre Durchschnitte werden sich wie 154 : 235 verhalten. Das Hinwegnehmen des Splintes verursacht demnach einen sehr bedeutenden Holzverlust.

Die in der Tafel aufgeführten Hölzer sind selten über 16 Fuß lang; jedes giebt demnach 12 bis 16 Pallisaden, und sind $62\frac{1}{2}$ zu 1000 Pallisaden nöthig.

Da die 22 Fuß langen Hölzer die stärksten sind, die 24 11füßige Pallisaden geben, bedarf man nur 41 derselben zu 1000 solchen Pallisaden.

In zehn und einer halben Arbeitsstunde konnten 48 Zimmerleute aus krummen und knotigen Buchenholz nur 307 Pallisaden schneiden; aus gleichem und geradem Buchenholz machten am folgenden Tage 37 Zimmerleute in der nämlichen Zeit 589 Pallisaden; ja 36 der nämlichen Zimmerleute verfertigten am dritten Tage 655 Pallisaden, indem sie zugleich vorher das Holz fällten. Eichenholz ist um etwas härter, und erfordert daher

mehr Arbeit und Zeit, um geschnitten und zugespitzt zu werden; weit schneller aber ist Fichten- oder Tannenholz zu bearbeiten. Man kann übrigens rechnen, daß 2 Zimmerleute und ein Handlanger täglich 56 Palliſaden eingraben und die Latte daran nageln. Diese letztere ist 4 Zoll breit und 2 bis 2½ Zoll stark. Sie wird 18 Zoll unterhalb der Spitze mit einem starken eisernen Nagel an die Palliſade geheftet.

Man setzt die Palliſaden gewöhnlich auf den Auftritt des bedeckten Weges, so daß sie oben 3 Fuß von dem Kamm desselben ab stehen. Rechnet man nun 16 Palliſaden von 8 Fuß auf die laufende Ruthe: läßt sich die erforderliche Menge derselben leicht bestimmen, wenn man die Linien des bedeckten Weges auf jeder Fronte mißt, und 1 Ruthe für jeden Ausgang, und 3 Ruthen für jede Traverse abrechnet, wo 11 Fuß lange Palliſaden gesetzt werden.

Wären demnach alle Linien des bedeckten Weges einer Polygon nach Abzug der Ausgänge = = = 125 Ruthen,
sind auf jeder Seite 2 Traversen, jede 3 Ruthen lang mit Palliſaden zu besetzen, zusammen 8, 24 —
149 Ruthen.

Die mit 8 Fuß langen Palliſaden, 16 auf die laufende Ruthe, zu besetzen, erfordern 2400 Palliſaden.
Folglich auf alle Fronten eines Sechseckes 14400 — —
Desgl. 11 Fuß lange Palliſaden, an den Umgängen der Traversen = = = 2400 — —

Hierbei muß zugleich etwas auf den Abgang gerechnet werden, wofür Cormontaigne $\frac{1}{10}$ setzt, das aber sehr füglich auf $\frac{1}{20}$ beschränkt werden kann.

Zu den Ausgängen sind auf jeder Polygon 8 große Gatterthore (w. n. i) von 9 Fuß Breite, und eben so viel 4 Fuß breite zu den Durchgängen an den Traversen nöthig. Ein großes Gatterthor besteht aus

	Länge.	Stärke oder Breite und Höhe.	Stärke nach Cormontaigne.
	Fuß	Zoll.	Zoll.
2 Thürpfosten a, Fig. 216.	10	12 und 12	9 und 9
1 Schwelle, an welche die Flügel anschlagen. Sie ist in jene eingezapft. b.	10	12 u. 12	9 u. 6
2 Sohlstücke c, in welche die	3	8 u. 9	9 u. 6
2 Streben d eingelassen sind.	2½	6 u. 8	8 u. 6
2 inwendige Streben e sind in die Pfosten und in die Schwelle verzapft.	2	6 u. 8	8 u. 6
4 Ständer h bilden mit den	6	4 u. 6	4 u. 5½
4 Queerleisten g das Gerüste der beiden Flügel, die aus	4½	4 u. 6	4 u. 5
10 starken Staketen bestehen, und durch die	6	4 u. 4	4 u. 3
2 Strebeleisten I und den	5	4 u. 6	4 u. 5
Thorschwengel K zusammen gehalten werden.	10½	4 u. 6	4 u. 5

Die letzteren Stärken sind, unter der Voraussetzung: daß Eichenholz zu den Gatterthoren angewendet wird, völlig hinreichend.

Von diesen Thoren unterscheiden sich die vor den eigentlichen Eingängen der Festung blos durch eine größere Breite; die Thore der Durchgänge an den Traversen aber sind kleiner. Sie bestehen aus

2 Thürpfosten	von 11	Fuß	Länge,	9	Zoll	Breite,	9	Zoll Höhe.
1 Schwelle	— 5	=	—	9	=	—	6	= —
2 Sohlstücken	— 3	=	—	9	=	—	6	= —
2 Streben	— 3	=	—					
2 Ständern	— 8	=	—					
1 Thürschwengel	— 5	=	—	4	=	—	5½	= —
2 Queerleisten	— 3=4	=	—					
1 Strebeleiste	— 6	=	—					
5 Staketen	— 8	=	—	4	=	—	2½	= —

Außer der vorerwähnten Pallisadirung des bedeckten Weges A, Fig. 217. Tab. XVII. ist eine zweite zur nachdrücklichen Vertheidigung, auf der angegriffenen Fronte durchaus nothwendig, besonders in solchen Festungen, wo die Annäherung des Feindes nicht durch einen nassen Vorgraben erschwert wird; oder wenn die Contrescarpe keine Mauerverkleidung hat. Cormontaigne will diese zweite Pallisadirung am Fuß des Auftrittes anbringen B; es ist jedoch besser: sie so weit im bedeckten Wege zurückzusetzen, daß sie nur etwa 6 bis 8 Fuß von dem äußern Grabenrande absteht C, und außer den Traversen noch durch mehrere Queerreihen unterschieden wird. In dieser zweiten Pallisadirung sind dieselben Eingänge, wie in der ersten; die größe-

ren dienen hier zu den offensiven Bewegungen gegen den Feind, die kleinern aber zu dem Rückzuge der Truppen hinter die Queerreihen und Traversen, wenn der Belagerer sich des bedeckten Weges bemächtiget. Hat man viel Holz, daß die Zwischenräume der Palliſaden mit 4 Fuß hohen Stücken ausgesetzt und dadurch Flintenschußfrei gemacht werden: giebt man ihnen hinten einen Auftritt, um sie auch zur Vertheidigung benutzen zu können. Der Nutzen dieser zweiten Palliſadirung ist in allen Belagerungen, wo man sich ihrer bediente, auf eine auffallende Weise bestätiget worden. Einige Kriegsbaumeister, wie Bellersheim und Borgo, haben sich daher auch nicht mit einer doppelten Reihe Palliſaden begnügt, sondern hinter derselben noch eine dritte anbringen wollen.

Die Retiraden, im bedeckten Wege sowohl, als in den Außenwerken, werden ebenfalls durch eine auswärts geneigte Palliſadenreihe D geschützt. Ja, wenn es nicht gewöhnlich der Holzmangel verböte, würden Palliſaden, dicht hinter der Cunette eines trocknen Grabens, der Vertheidigung desselben sehr vortheilhaft seyn. Sie setzen dem Feinde ein neues, schwer zu überwindendes Hinderniß entgegen, das noch vergrößert wird, wenn die Cunette breit und tief genug ist, um besondere Anstalten zu dem Uebergange über sie zu erheischen.

Vor der Mitte des siebenzehnten Jahrhunderts setzte man die Palliſaden noch nicht hinter das Glacis, denn Naudin ist der Erste, welcher ihnen diese Stelle anweist. (Ingenieur français). Die älteren Kriegsbaumeister bestimmten theils die Oberfläche des Glacis, 4 Fuß von dem Kamme desselben, oder den trocknen Graben, oder endlich die Berme dazu. Weil jedoch die Palliſadirung auf dem Glacis dem feindlichen Feuer zu sehr ausgesetzt ist, legt Landsberg 26 Fuß von dem Kamme des Glacis einen Graben, in dessen Mitte er seine Palliſaden setzt. Lieftink (Plan van en nieuwe methode om regte Linien te fortificeeren) rückt diesen Graben bis 6 Fuß an den Kamm, und bringt vier Reihen Palliſaden in demselben an. Alle spätere Ingenieure haben jedoch die Stellung der letztern hinter dem Glacis angenommen, und weichen blos in Absicht der Entfernung von demselben ab. Diese bestimmt Blondel zu 5 bis 6 Fuß vom Glacis, Müller, Werthmüller, Heer und Glaser 2 Fuß, Medrano und Vauban ½ Fuß, worin ihm die meisten neueren folgen.

Weil alle diese Palliſaden die Ausfälle einigermaßen erschweren, wo die Truppen nur durch die Gatterthore heraufgehen können, und weil sie zugleich der Fäulniß unterworfen sind, wenn sie lange in der Erde bleiben, während das Herausnehmen und Wiedereinsetzen Arbeit und Zeitverlust macht: fiel Coehorn zuerst darauf, seine Palliſaden beweglich zu machen, daß

sie leicht niedergelegt, oder auch Gliederweise hinweggenommen werden konnten. Es sind nämlich von 10 zu 10 Fuß starke Pfosten in die Erde gesetzt, und mit Zapfenlöchern versehen, um einen beweglichen Queerbalken aufzunehmen, an den die Palliſaden, fast wie die Schweinsfedern der Spaniſchen Reiter, (w. n. i) befeſtigt ſind. Werden ſie niedergelegt, ſo ruhen ſie mit ihren Spitzen auf dem Kamme des Glacis, und erleichtern der Beſatzung bei Ausfällen das Auf- und Abſteigen.

Mehrere Ingenieure nahmen in der Folge dieſe Erfindung von Cohorn an, indem ſie jedoch einige und andere Abänderungen daran machten. Herbort will die Ständer nicht eingraben, ſondern in eigends dazu ausgemauerte Löcher einſetzen, damit die entzweigeſchoſſenen leicht und ſchnell gegen neue vertauſcht werden können. Die 3½ Fuß langen Palliſaden gehen auch blos mit ihrem 6 Zoll langen verkeilten Zapfen durch die bewegliche Schwelle, damit unten ein Raum von 3½ Fuß im Lichten hoch bleibt, um durch dieſe Oeffnung an die, 10 Fuß davon entfernte Bruſtwehr des bedeckten Weges m zur Vertheidigung treten, oder nachher bei dem zu heftigen Andringen des Feindes wieder zurückziehen, und von dem an den Palliſaden befindlichen Auftritt n, Fig. 29** Tab. V. über ſie hinweg feuern zu können.

Rotberg und von Bellersheim nahmen dieſe Erfindung mit geringen Abänderungen in ihre Werke auf; Trincano aber legt ſeine bewegliche, 9 Zoll ſtarke Schwelle A dicht an den Erdboden, Fig. 218. Tab. XVI., damit die in dieſelbe verzapften Palliſaden B, vermittelſt der queer über ſie genagelten Latten D, der ausfallenden Beſatzung als Stufen dienen, wenn ſie um und mit der Spitze an das Glacis gelegt werden.

Redelykheit, der den Palliſaden ein beſonderes Werk gewidmet hat (De nieuw uitgevonden Paliſsaden. 8. Amsterdam 1775.) hat ſeine beweglichen Palliſaden nicht zum Niederlegen eingerichtet, wie die vorerwähnten Ingenieure, ſondern die 12 Fuß breiten Glieder — deren jedes aus 14 Palliſaden D, 4½ Fuß lang, 7 Zoll breit, 3 Zoll dick, und zwei Latten C, Fig. 219. Tab. XVII. beſteht — laſſen ſich mit den beiden äuſſerſten Palliſaden B in den hohlen Ständern A auf und ab ſchieben, und vermittelſt eines eiſernen Nagels in jeder Höhe feſtſtellen. Bei einer andern Art beweglicher Palliſaden deſſelben Verfaſſers iſt jedes Glied in eine Schwelle P, Fig. 220. verzapft, die ſich in den völlig in die Erde verſenkten Ständern F drehet, damit man die Palliſaden A entweder ſenkrecht, oder auch vorwärts geneigt aufſtellen kann; ſie werden im letzten Falle von der Stütze V getragen, in beiden Fällen aber durch die hintere Stütze B feſtgehalten.

Digitized by Google

Die künstliche Einrichtung aller dieser beweglichen Pallisaden ist offenbar ihrem Gebrauch entgegen. Dazu noch: daß die umgelegten keinesweges dadurch gegen das feindliche Geschütz gesichert, sondern der Wirkung der Bomben und Rikoschetschüsse selbst noch mehr ausgesetzt sind. Man hat sich ihrer daher auch nie bedient, sondern sich immer mit den gewöhnlichen eingegrabenen Pallisaden begnügt.

Es scheint jedoch in einer belagerten Festung nicht ohne Nutzen zu seyn: eine andere Gattung beweglicher Pallisaden vorräthig zu haben, die unten in ein Gerüste eingelassen sind, Fig. 221. Tab. XVII., damit sie ohne Arbeit und Zeitverlust von einem Orte zu dem andern getragen und augenblicklich aufgestellt werden können. Sie würden bei Vertheidigung der Bresche und der Abschnitte in den schon vom Feinde eroberten Werken angewendet werden können. Die einzige Schwierigkeit dabei ist die Ausmittelung ihrer Schwere, daß sie sich noch bequem forttragen lassen, ohne doch so leicht zu seyn, daß der Feind bei dem Angriff sie umwerfen kann.

Palplanche, s. Spundwände.

Panache ist ein sich nach vorn erweiterndes Gewölbe, das auf einem oder zwei eingehenden Winkeln ruhet. Es bildet im erstern Falle ein sphärisches Dreieck, oder im zweiten ein Viereck, wovon eine Fläche die Basis macht. Dient dieses Gewölbe blos zu Bedeckung eines kleinen gothischen Fensters, heißt es ein Pandentif.

Panneau, s. Patrone.

Paraboliſcher After-Kegel (Paraboloïde) wird von einigen bei den Minentheorien als die Form des von der Pulverladung ausgehobenen Trichters (s. dies Wort) angesehen, während andere diese Aushöhlung für einen reinen, abgestumpften Kegel halten. Die Formel für den paraboliſchen Kegel ist, wenn man die Länge der Axe = 2h setzt:

$$(0+4ph+2ph)\tfrac{1}{6}nh = \left(\frac{n}{2}.\ 2ph.2h\right) = \tfrac{1}{2}(\tfrac{1}{2}ny^2(3).2h),$$

wo n die Zahl anzeigt, wievielmal der Halbmesser im Umfange enthalten ist, und wo die Ordinaten $y^2(2) = ph$, und $y^2(3) = 2ph$. sind.

Ist nun die Höhe $2h = x$ unbekannt, und die kürzeſte Widerſtandslinie = deren Halbmesser r; der Parameter der Parabole $p = 4(x-r)$, und daher $\frac{1}{4}p = x - r$: so bekommt man für das Quadrat des Halbmessers, als irgend einer Ordinate, $r^2 = px$ und daher, den Werth von p gesetzt

$r^2 = x(4x - 4r) = 4x^2 - 4xr.x^2 - rx;$

folglich $x = \frac{r}{2} \pm \sqrt{\frac{1}{4}r^2 + \frac{1}{4}r^2)} = \frac{r}{2} \pm \frac{1}{2}r\sqrt{2} = r\,\frac{(1 \pm \sqrt{2})}{2}$

Dieser gefundene Werth von x in den Ausdruck der Paraboloide gesetzt, giebt

$$\frac{m r^2}{2}\, r\, \frac{(1+\sqrt{2})}{2} = \frac{m r^3}{4}\,(1+\sqrt{2}).$$

Es ist aber $2 = \frac{288}{144}$, und der Zähler nur um 1 von dem Quadrat von 17 verschieden; folglich kann man, ohne merklichen Irrthum $\frac{17}{12} = \sqrt{2}$ setzen. Zugleich ist n als $\frac{22}{7}$ anzunehmen und dadurch der Inhalt des paraboliſchen Afterkegels

$$\frac{22}{7}\frac{r^3}{4}\left(1+\frac{17}{12}\right) = \frac{22}{7}\frac{r^3}{4}\left(\frac{12+17}{12} = \frac{319}{168}\,r^3.\right.$$

Parados, ſ. Rückenwehre.

Parallelen (parallèles oder places d'armes) heißen die mit dem Umriß des Polygons im Ganzen gleich gehenden Laufgräben, in denen die tägliche Wacht aufgeſtellt wird, um den Ausfällen der Beſatzung Widerſtand zu leiſten. Der Marſchall Vauban hat ſich ihrer zuerſt vor Maſtricht 1673 bedient; denn vor ihm waren die Laufgräben auf jedes angegriffene Bollwerk beſonders geführt, und durch neben und zwiſchen ihnen liegende Redouten gegen die Ausfälle der Belagerten geſchützt. Die drei regelmäßigen Parallelen, womit die Belagerung von Ath 1697 geführt ward, gaben Veranlaſſung zu der allgemeinen Einführung derſelben. Späterhin nahmen ſie auch die Deutſchen und Engelländer an, und gründen ihre Belagerungsarbeiten auf die Unterſtützung, welche ihnen die umfaſſende Fronte der Parallelen gewährt.

Vauban ſetzte die Entfernung der erſten Parallele AB, Fig. 215. von der Feſtung auf 300 Toiſen oder 800 Schritt, wo man noch völlig gegen das kleine Gewehr und gegen das Kartetſchenfeuer der Feſtung ziemlich ſicher iſt. Allein, man wird gewöhnlich bei Eröffnung der Laufgräben (w. n. i.) irgend einen Terraingegenſtand finden, unter deſſen Begünſtigung man die erſte Parallele bis auf 600 Schritt und ſelbſt 450 von der Feſtung legen kann, ohne deshalb größeren Verluſt zu erleiden. Le Febvre ſetzt allgemein die Entfernung der erſten Parallele von dem Glacis auf 200 Toiſen oder 500 Schritt; und man wird nur ſelten genöthigt ſeyn, weiter mit derſelben zurückzugehen.

Wenn der eigentliche Angriffspunkt der Feſtung (w. n. i.) durch das vorläufige Rekognoszíren beſtimmt worden.

auch die Verlängerung der Capitalen (ſ. dies Wort) geſchehen iſt, wird die erſte Parallele nebſt den Communicationen auf die ſchon oben (Artik. Anlegen und Erdöffnung der Laufgräben) beſchriebene Weiſe erdöffnet, und an dem darauf folgenden Tage durch die dazu beſtimmten Arbeiter auf ihre gehörige Breite gebracht und mit Auftritten verſehen.

Die Maaße der Parallelen ſind: 7 bis 9 Fuß Breite auf dem Boden und 15 bis 17 Fuß oben, bei 3 bis 3½ Fuß Tiefe. Die Bruſtwehr iſt 4½ Fuß hoch, mit einem Auftritte von 1½ Fuß Höhe und eben ſoviel Breite, um ohne Mühe aus dem Graben über die Bruſtwehr hinausſteigen und dem ausfallenden Feinde entgegen gehen zu können, Fig. 222. Tab. XI. Jeder Auftritt wird durch zwei Faſchinen gegen das Abtreten des Erdbodens geſichert. Auf der Rückſeite wird die Parallele entweder ſehr ſchräge abgeſtochen, oder ebenfalls mit 2 Auftritten verſehen, damit man ungehindert hinaus und herein kommen kann. Bei einer ſehr ſchwachen Beſatzung bedarf es jedoch dieſer Weitläuftigkeiten nicht; es iſt hinreichend: blos den Graben mit einem Auftritt zu verſehen, damit die Transcheewacht heraus auf die Erdoberfläche treten kann, um über die Bruſtwehr hinweg zu feuern.

Kann man die erſte Parallele AB, Fig. 215. Tab. XVII. mit ihren beiden Flügeln an irgend ein beſetztes Gebäude, Vorwerk, an einen Fluß, Teich u. dergl. lehnen: wird es dadurch dem Feinde unmöglich, ſie bei einem Ausfalle zu umgehen. Findet ſich aber keines der erwähnten Terrainhinderniſſe, muß man auf dem Flügel nothwendig eine ſtarke, verpalliſadirte Redoute E auf 100 Mann und 4 Kanonen anlegen, welche der Transcheewacht zum Stützpunkte dient. Gegen eine nur ſchwach beſetzte Feſtung iſt es jedoch bisweilen hinreichend, die Enden der Parallele AB blos rückwärts zu biegen.

Zu gleicher Zeit, und ebenfalls in der erſten Nacht, werden auch die Communicationsgräben xx rückwärts nach dem Depot und Artilleriepark gezogen, um ohne Gefahr hin und her gehen zu können. Hat man nun die erſte Parallele näher als 300 Schritt von der Feſtung erdöffnet: iſt es wegen der Senkſchüſſe nothwendig: die Communicationsgräben 5 bis 6 Fuß tief zu machen, weil außerdem die darin hin und her gehenden durch die aus der Feſtung im Bogen geſchoſſenen Kartetſchen zu ſehr leiden würden.

Am folgenden Tage werden in der Parallele die Punkte bemerkt: wo ſich die verlängerten Façen der Werke ſchneiden, um dadurch die Lage der Rikoſchetbatterien zu beſtimmen. Vauban legt zwar die letztern erſt in der zweiten Parallele, weil er nur ſchwache Ladungen zu dem Rikoſchetſchuß anwenden will; allein Le Febvre giebt ihnen in jedem Falle ihre

Stelle in der ersten Parallele 1, 2, 3, 4, 5, 6. Ja, er sagt sogar: man solle noch vor Eröffnung der Laufgräben eine Batterie von 20 bis 30 Kanonen errichten, um durch ein heftiges Feuer derselben jene Operationen zu erleichtern und zu unterstützen. Da nun bei voller Ladung der Rikoschetschuß des Zwölfpfünders noch auf 1200 Schritt anwendbar ist, so folgt: daß man sich dieser Hülfsbatterie allezeit mit Vortheil bedienen kann, sobald die Ortslage nur irgend die Hand dazu bietet. Mit den Mörsern muß man jedoch immer auf 600 Schritt heran gehen, wenn man anders seinen Angriff nicht blos gegen die Wohnungen der Bürger richten will. Nur auf diese Weite kann man eine entscheidende Wirkung durch eine große Anzahl treffender Bomben erwarten.

Vauban und mehrere andere wollen die Rikoschetbatterien niemals in die Parallele versenken, sondern immer 40 bis 60 Schritt vor dieselbe auf den Horizont legen, obgleich sie hier kaum in 2 Tagen zu beendigen, den feindlichen Ausfällen mehr ausgesetzt sind, und bei ihrer Erbauung gewöhnlich mehr Leute kosten. Die Einwürfe gegen die in der Parallele liegenden Batterien: 1) daß sie allezeit versenkt werden müssen, und 2) daß sie den Bewegungen und Arbeiten hinderlich sind, finden nicht statt. Denn es ist bei einer Rikoschetbatterie durchaus gleichgültig: ob sie auf, oder unter dem Horizonte liegt; selbst eine Demontirbatterie wird gegen einen nicht übermäßig hohen Wall genau dieselbe Wirkung leisten, sie mag nun um 3 Fuß höher oder tiefer liegen. Auch ist das Hinderniß, welches für die Arbeiten in den Parallelen entstehen soll, blos eingebildet, da die Batterien ja nicht unmittelbar bei den Capitalen liegen, auf denen die Gemeinschaftsgraben vorlaufen. Da, wo die versenkten Batterien wirklich die Arbeit beschwerlich machen: auf der Contrescarpe, läßt sich ihnen unter keiner Bedingung eine andere Stelle anweisen. Es ist daher auch hier die Lage in der Parallele, wie Le Febvre und Bousmard verlangen, jeder andern vorzuziehen, wird auch in der gegenwärtigen Zeit deshalb fast nur allein gewählt. Die Batterien werden übrigens blos von der Artillerie gebauet; der Ingenieur hat Nichts damit zu thun, als nachher eine Communication hinter der Batterie herum zu führen; wir können daher in Hinsicht dieses Gegenstandes füglich auf das Allgem. Wörterb. der Artill. verweisen.

Sobald die Rikoschetbatterien das Feuer der Festung ein wenig gedämpft haben, welches gewöhnlich am dritten oder vierten Tage nach Eröffnung der Laufgräben schon geschieht, wird die zweite Parallele 200 bis 300 Schritt von den vorspringenden Winkeln des bedeckten Weges eingeschnitten, MN Fig. 215. Dies geschieht entweder, wie vorher, an einer Faschinen-Trace, oder besser — wenn das Flintenfeuer aus der Festung

heftig seyn sollte — vermittelst der flüchtigen Sappe (w. u. i.). Nachdem die Ingenieure, welche die Arbeiten führen, vorher die Linie MwwN mit einer schwachen Schnur abgesteckt haben, so daß sie nur dem Gange dieser Schnur folgen dürfen, um die gehörige Richtung der Parallele zu bekommen. An der Seite des führenden Ingenieurs befindet sich ein Peloton Freiwilliger, und auf der Rückseite der Parallele marschiren vier Abtheilungen Grenadiere, jede von 2 Offizieren, 3 Unteroffizieren und 60 Mann, um den Arbeitern zur Bedeckung zu dienen, und einen etwanigen Ausfall der Besatzung zurückzuweisen. Hat man es mit einer starken und unternehmenden Besatzung zu thun, ist es nothwendig: auf die Flanken der Parallele ein paar Bataillone mit einigen Kanonen zu stellen, um rechts und links den Raum vor der Arbeit zu bestreichen. Man räth zwar gewöhnlich: Kavallerie hinter besondere Schulterwehren auf den Flanken der ersten Parallele aufzustellen; allein diese wird in der finstern Nacht wohl nur von geringem Nutzen seyn. Von den, die ganze Fronte MN mit Kartetschen bestreichenden Kanonen läßt sich eine weit bessere Wirkung erwarten.

Um die Arbeit zu erleichtern, schlägt Le Febvre vor: die zweite Parallele nicht mit der ersten gleichlaufend zu legen, sondern der letztern etwas mehr Krümmung gegen die Festung zu geben, und so die zweite zu beiden Seiten an sie anstoßen zu lassen, O und P, Fig. 215. In dieser Absicht werden die Arbeiter, jeder mit einem Schanzkorbe, einer Erdhaue und einer Schaufel versehen, in zwei Abtheilungen nach den erwähnten beiden Punkten O und P der ersten Parallele geführt, wo die Ausgänge in die Brustwehr schon gemacht sind, so daß die Ingenieure, welche die Arbeiten führen, diese von beiden Seiten nach der Mitte anlegen. Damit sie dabei die wahre Richtung nicht verfehlen, ist vorher in der Abenddämmerung nach der Richtung OP eine Schnur gezogen worden; oder es werden in den Punkten O und q, und P und p Stangen mit brennender Lunte aufgesteckt, um den Ingenieuren ihre Wege dadurch untrüglich zu bezeichnen. Dieses Mittel hat jedoch den Nachtheil: daß es in einem sehr ungleichen oder durchschnittenen Terrain nicht unbedingt anwendbar ist; und dann, daß es die Aufmerksamkeit der Belagerten erregt und vielleicht den Arbeitern ein heftiges Feuer zuzieht.

Diese Art der zweiten Parallele gewährt den Vortheil einer vollkommenen Flankenbedeckung durch die erste Parallele; sie ist daher zweitens der Enfilade und den Contreapproschen nicht so ausgesetzt; sie bedarf drittens keiner besondern Communication, wie die Vaubanſche, obgleich sie kürzer ist, als diese, und daher viertens weniger Arbeit und Gefahr verursacht; endlich bleiben alle, nach den Flügeln der ersten Pa-

rallele hin liegenden Ricoschetbatterien ungehindert thätig, und können während der Arbeit ihr Feuer fortsetzen.

Gleich der ersten wird auch die zweite Parallele mit Stufen versehen, damit die Transcheewacht bequem hinaufsteigen kann, Fig. 224. Tab. XI.; auch läßt man gleich bei ihrer Anlegung die Ausgänge für die nach der dritten Parallele führenden Laufgräben offen.

Am folgenden Morgen werden von dem Befehlshaber der Artillerie und dem Ober-Ingenieur gemeinschaftlich die Punkte für die Demontirbatterien bestimmt: nämlich vier in der Mitte, 11 und 12, jede zu 6 Kanonen, um die Brustwehren der Bollwerksfacen und der Seitenflanken abzukämmen. Vier andere, zu beiden Seiten 8 und 9. Tab. XVII. sind gegen die Facen der Bollwerke und des Ravelins bestimmt.

Während an diesen Batterien gearbeitet wird, werden in der ersten und zweiten Parallele die Ausgänge G, F, K, L eröffnet, um zugleich die Verbindungsgräben FI und GH mit der halben Sappe verbinden zu können, welche hier als dritte Parallele dienen und woselbst die beiden Batterien 7 und 10, parallel den Ravelinsfacen, angelegt werden. Da man nur noch 250 Schritt von dem bedeckten Wege, und kaum noch 150 Schritt von der Spitze desselben entfernt ist: muß die Parallele mit Auftritten versehen und auf ihrer Brustwehr mit Sandsäcken belegt werden, um hier durchfeuern zu können. Aus dieser dritten Parallele werden nachher die Sicksacks auf den drei Capitalen der angegriffenen Fronte Iz, Rz und Hz vorgetrieben, um die Laufgrabenkatzen (s. dies Wort) anlegen und sich des bedeckten Weges bemeistern zu können. (S. Sappen.)

Nach Waubans Grundsätzen, denen auch Bousmard und überhaupt die Franzosen folgen, werden 50 bis 60 Schritt vor der zweiten Parallele, halbe Parallelen angelegt, um die Spitzen der Sappen zu unterstützen. Die dritte Parallele ZZZ, Fig. 215. liegt hier am Fuß des Glacis, das sie umfaßt. Sie enthält die enfilirenden Batterien B. Fig. 34. Tab. IV., die Wallgänge der angegriffenen Fronte, die vereint mit den Kesseln C die Ausbesserung der Festungswälle hindern und ihre Zerstörung vollenden. Durch die von Le Febvre angegebene Form der Laufgräben aber werden diese halben Parallelen ganz entbehrlich, und überhaupt die Belagerungsarbeiten sehr abgekürzt.

Um die zu Eröffnung der Parallelen erforderlichen Arbeiter zu bestimmen, werden jedem 4 Fuß zugetheilt, und aus der Länge des auszuhebenden Grabens dadurch die Arbeiter gefunden. Es muß die Länge der Traçin-Faschine hierzu ebenfalls 4 Fuß seyn, damit jeder Arbeiter sogleich durch die vor

Digitized by Google

ihm liegende Faschine das ihm zukommende Stück Arbeit bestimmt hat. Bei einigermaaßen hartem Boden, wo man die Hacke mehr als die Schaufel gebrauchen muß, ist es jedoch vortheilhafter: jedem Arbeiter nur 3 Fuß Länge zuzutheilen, und daher 9 Fuß lange Faschinen anzuwenden. Alsdann gehören zu jeder Faschine 2 Mann, deren einer die letztere, der andere aber 2 Erdhauen und 2 Schaufeln trägt. Für die zweite und dritte Parallele, die mit Schanzkörben tracirt werden, muß man auf jeden Korb einen Arbeiter rechnen, d. i. auf 2 Fuß der auszugrabenden Linie. Sie ihr Gewehr mitnehmen zu lassen, um bei einem Ausfall der Besatzung mit zur Vertheidigung gegen denselben zu wirken, dürfte deshalb nicht rathsam seyn, weil die Trägen und Unlustigen — die man immer als die Mehrzahl annehmen darf — dadurch Gelegenheit bekommen, sich beiden, dem Gefecht und der Arbeit, zu entziehen.

Wenn ein steinigter Boden oder eine sumpfige Gegend (s. diese Worte) die Führung der Parallelen und Verbindungsgräben erschwert, muß man im erstern Falle durch herbeigebrachte Materialien (am besten durch Sandsäcke, w. n. i.) den Mangel der Erde zur Brustwehr ersetzen; im andern Falle aber sich auf Maurerböcken, Knüppeldämmen und Hurthen einen festen Boden bilden, auf dem man die Brustwehr gründet, und auf dem die Truppen stehen können.

Bei solchen Festungen, die gute Minenvertheidigung haben, darf man mit den Parallelen nicht so nahe heran gehen, bevor man nicht Herr der unter dem Glacis liegenden Gegenminen ist. Laufen die Horchgänge der letztern 234 Fuß vor den ausspringenden Winkeln in das Feld, muß man die dritte Parallele 180 Schritt von diesen vorspringenden Winkeln legen, damit sie noch 144 Fuß, oder etwa 60 Schritt von den Spitzen der Horchgänge entfernt bleibt.

Dieser Abstand der dritten Parallele von dem Kamme des Glacis auf den vorspringenden Winkeln bestimmt die Weite der ersten und zweiten Parallele, damit die auf den verlängerten Linien der Werke angelegten Batterien zu gleicher Zeit feuern können. Die zweite Parallele würde demnach 380 Schritt und die erste etwa 1000 bis 1200 Schritt von den vorspringenden Winkeln des bedeckten Weges zu legen seyn. Aus der Entfernung der dritten Parallele von den Pallisaden geht aber auch hervor: daß eine vierte Parallele nöthig wird, ehe man in den bedeckten Weg selbst eindringen kann. Nachdem in dieser Absicht in der dritten die Demontirbatterien B B Fig. 70. Tab. VI. angelegt worden sind, machen diese gemeinschaftlich mit allem hier stehenden Geschütz ein lebhaftes, und möglichst gut gerichtetes Feuer, das in dieser Nähe nicht anders, als sehr wirksam seyn kann.

Digitized by Google

In der Nacht senken die Minirer auf den beiden Punkten a, a 15 Fuß tiefe Schächte ab, um aus denselben einen Gang von 30 bis 36 Fuß Länge gegen die Horchgänge zu treiben, und den feindlichen Minirer beobachten zu können. Zugleich wird mit der ganzen Sappe ein Schlag C angefangen, um die Aufmerksamkeit des Feindes zu beschäftigen und ihm die wahre Absicht: den gewaltsamen Angriff auf das Minengewebe, zu verbergen.

Da die Horchgänge gewöhnlich unter oder zu beiden Seiten der Capitale, etwa 60 Fuß von derselben, vorlaufen: müssen die Ingenieure sorgfältig die Richtung und Länge der Linie b e, bis zu diesen Horchgängen, bestimmen, und in der Verlängerung der letztern sowohl in der dritten Parallele bei g, g, als hinter ihr Pfähle einschlagen lassen, um vermittelst Stangen, an welche geschwefelte Lunte, oder ein Zündlicht gebunden ist, diese Richtung bezeichnen zu können. Das fernere Verfahren, um die vierte Parallele zu vollenden, ist schon oben (Artik. Couronnement, S. 230. 1. Thl.) völlig auseinandergesetzt worden, daß hier nichts weiter hinzugefügt werden darf. Die Maaße der vierten Parallele sind dem der dritten gleich; es ist jedoch vortheilhaft: jene um 2 bis 3 Fuß breiter zu machen.

Park, s. Artilleriepark.

Patrouillen müssen unaufhörlich aus einer in Belagerungsstand gesetzten Festung geschickt werden, sobald der Feind nicht über 8 Meilen mehr entfernt ist. Diese Patrouillen gehen sowohl am Tage als des Nachts bis auf eine Entfernung von 2 bis 3 Meilen, den Feind zu beobachten und bei den Einwohnern der umliegenden Gegend Nachrichten einzuziehen.

Außer diesen Patrouillen, oder vielmehr kleinen Partheien von 15 bis 20 Pferden, werden rings um die Festung andere Patrouillen blos von einigen Mann, sowohl Kavallerie als Infanterie geschickt, die alles genau durchsuchen; denn nur dadurch kann jeder Ueberfall der Festung unmöglich gemacht werden. Kehren die Patrouillen in der Nacht zurück, müssen sie bis zu Anbruch des Tages im bedeckten Wege bleiben, wo man zu dem Ende in der harten Jahreszeit einen Schauer bereit halten muß, um die Pferde der patrouillirenden Reuter unter zu bringen.

Das Patrouilliren wird auch nach wirklicher Einschließung der Festung fortgesetzt, jedoch mit großer Vorsicht: damit diese einzelnen Schleichpatrouillen vom Feinde nicht aufgehoben werden. Ihre Bestimmung ist jetzt: den Moment sowohl, als den eigentlichen Punkt der Eröffnung der Laufgräben auszuspüren,

Digitized by Google

um dem Feinde dabei alle nur mögliche Hindernisse in den Weg zu legen. Man wendet am besten Jäger oder überhaupt gut abgerichtete leichte Infanterie dazu an, und diese Patrouillen sind ungleich vortheilhafter und ermüden die Besatzung weniger, als alle ausgesetzte Vorposten, die bei der Berennung (w. n. i.) ohnehin vom Feinde vertrieben werden.

Auch in der Festung selbst gehen beständig Patrouillen auf den Straßen; theils um alle verdächtige Personen zu arretiren, theils auch um das Zusammenlaufen der Bürger zu verhindern. Die im bedeckten Wege herum gehenden Patrouillen halten sich dabei möglichst verdeckt, um vielleicht einen rekognoszirenden feindlichen Ingenieur aufzufangen. Nach Cormontaigne's Rath aber Kunstfeuer in die Sappen zu werfen, um des Nachts den Festungsbatterien die Richtung vorzuzeichnen, wird wohl niemals ausführbar seyn.

Pechfaschinen (fascines goudronnées) sind 2 Fuß lange Bündel schwacher Reiser von Kienenholz, die in heißes Pech getaucht und wieder getrocknet werden. Man bedient sich ihrer zu dem Anzünden der Faschinenbekleidung feindlicher Verschanzungen, und zu Vertheidigung der Bresche, um im Augenblicke des Sturmes ein großes und lebhaftes Feuer auf derselben anzuzünden. Da jedoch ein solches Feuer nur von sehr kurzer Dauer ist, oder, wenn es lange brennen soll, eine ungeheure Menge Materialien erfordert, so kann es nur bedingungsweise und unter großen Einschränkungen angewendet werden.

Pechkränze (tourteaux goudronnés) sind ähnliche, aus trocknem Reisholz geflochtene, mit Pech überzogene und mit Mehlpulver bestreute Kränze, die zu dem Anzünden, und in der Nacht zur Erleuchtung gebraucht werden.

Pegel, oder Peil ist ein in das Wasser geschlagener Pfahl, der in Fuße und Zolle getheilt ist, und die jedesmalige Höhe des Wasserstandes anzeigt. Ein solches Wassermaaß ist eben so in den nassen Gräben der Festungen, wie bei künstlichen Ueberschwemmungen, in Flüssen, Kanälen und Schleusen unentbehrlich, um sogleich die Wasserhöhe beurtheilen zu können, ob sie dem vorgesetzten Zweck: Schiffbarkeit des Wassers, oder Hinderniß der feindlichen Annäherung, entsprechen?

Wenn fließendes Gewässer bei seinem Fortströmen durch eine Brücke, durch einen engen Schleusenkanal, oder auch durch eine darinnen liegende Schiffmühle, aufgehalten wird: entsteht eine Aufstauung, die bei der Beurtheilung des Wasserstandes berücksichtiget werden muß, weil dieser nun um mehrere Zolle ober- und unterhalb des, den Strom einengenden Hindernisses verschieden ist.

Da es nun aber bei dem Baue fester Brücken nothwendig ist, die durch die Pfeiler entstehende Aufstauung zu wissen, um bei den höchsten Fluthen die nöthigen Vorkehrungen gegen etwanige Ueberschwemmungen zu machen, kann man dazu der von Langsdorff (Lehrbuch der Hydraulik) gegebenen Formel bedienen

$$h = \sqrt[3]{\left(\frac{1}{n}M - \frac{b^1}{\lambda}.\gamma M\left[1+\frac{\sqrt{724.h}}{c}\right]\right)^2 : (\tfrac{4}{3}-0{,}544.(1-\mathrm{Sin}\,\mu\,\mathrm{Cos}.\mu))b^1\sqrt{g}}$$

Hier drückt h die Höhe der Stauung, n die Anzahl der Brükkenbögen, M die in einer Sekunde abfließende Wassermenge, λ die Breite des Stromes, g die Beschleunigung der Schwere = 181 Pariser Zoll, oder 15,09 Fuß, b die vordere Weite der Brückenpfeiler von einander, b^1 die innere Weite der Brückenbögen, μ den Winkel, welchen die abgestumpften Ecken der Pfeiler mit dem Queerschnitt des Stromes machen, und c die eigentliche Geschwindigkeit des Wassers in dem ursprünglichen Zustande des Flusses, aus, und 4g ist = 724.

Da in dieser Formel der Zähler nicht verneint seyn darf, muß $\frac{1}{n}M > \frac{b^1}{\lambda}\gamma M.\left[1+\frac{\sqrt{724.h}}{c}\right]$ seyn; demnach

$$h < \frac{\left[\frac{\lambda}{n\,b^1 g} - 1\right]^2 c^2}{724}$$

Man muß nun verschiedene Werthe von h in obiger Formel setzen, und zusehen: welche Voraussetzungen alsdann mit dem Werthe des ganzen Ausdrucks am besten übereinstimmt.

Setzt man M = 5077 Würfelzoll, λ = 88,5 Zoll, n = 13, b = 1,7 Zoll, μ = 56°, daher γ = 0,88, H = 6 Zoll, daher Z $\frac{1}{13}$ = 40,84 Quadr.Zoll, c = 9,56 Zoll: so ist

$$h < \frac{\left[\frac{88{,}5}{13.\,1{,}7.\,0\,88} - 1\right]^2 (9{,}56)^2}{724}$$

weniger als 1,6.

Wäre nun h = 0,6: so ist

$$\frac{\sqrt{724.h}}{c} = 2{,}18;$$

$$\frac{b^1}{\lambda}\gamma M = 86$$

$$\frac{b^1}{\lambda}\gamma M.\left[1+\frac{\sqrt{724.h}}{c}\right] = 86.3{,}18 = 271.$$

$$\frac{1}{n}M = \frac{5077}{13} = 390.$$

Digitized by Google

Hieraus wird die Hauptgleichung

$$h = \sqrt[3]{\left[\frac{119{,}00}{26{,}25}\right]^2};$$ oder $h = 2{,}7$ Zoll; folglich ist $h = 0{,}6$ zu klein.

Setzt man $h = 1$, so ist $\frac{\sqrt{724 \cdot h}}{c} = 2{,}82$;

daher wird $h = \sqrt[3]{\left[\frac{62}{26{,}25}\right]^2} = 1{,}77$;

Ist endlich $h = 1{,}2$;

bekommt man $h = \sqrt[3]{\left[\frac{390 - 352}{26{,}25}\right]^2} = 1{,}28$.

Es würde daher allgemein $h = 1{,}24$ zu setzen seyn.

Perpendikul, s. Bollwerk.

Persische Lastträger sind stützende Säulen, welche als männliche Bildsäulen gestaltet sind, und aus dem Kriege der Perser und Griechen herrühren. Gegenwärtig bedient man sich ihrer noch bisweilen in Zeughäusern und an Stadtthoren, um ein hervorspringendes Gebälke zu tragen. Sie sind in diesem Falle gewöhnlich als Herkules, Atlas oder Centauren, oder auch wohl als Kriegsleute mit Pickelhauben gestaltet.

Petarde ward in der zweiten Hälfte des sechzehnten Jahrhunderts erfunden, und anfangs häufig zu dem Aufsprengen der Thore angewendet, so lange dies nicht durch die Außenwerke und den bedeckten Weg verhindert ward. Gegenwärtig ist die Petarde nur noch bei Ueberfällen auf eine mit bloßen Mauern umschlossene Stadt anwendbar, wie z. B. Trarbach, das 1734 auf diese Weise erobert ward.

Die Petarde ist gewöhnlich von Eisen oder Metall, $9\frac{1}{2}$ Zoll hoch, und $8\frac{1}{2}$ Zoll im Lichten weit; sie wird gewöhnlich aus dem Artilleriepark geliefert, und auch daselbst geladen, so daß den Pionnieren nur allein das Anhenken der Petarde überlassen bleibt. Dieses geschieht vermittelst eines großen Hakens, den man in das Thor schraubt, nachdem man mit einem stählernen Bohrer durch den Beschlag von Eisenblech gebohrt hat.

Ist die Petarde noch nicht geladen, so wird feines Jagdpulver dazu genommen, das man in 2 Zoll starken Lagen eindrückt, und auf jede solche Lage ein wenig Queckſilber ausbreitet, weil dieses die Wirkung des Pulvers außerordentlich verstärket.

Man kann sich anstatt der Petarde auch wohl einer geladenen Bombe oder Granate bedienen; nur muß alsdann der Sol-

Digitized by Google

dat, welcher sie angehenkt hat, sich weiter auf die Seite begeben, um nicht von den herumfliegenden Stücken getroffen zu werden. (Man sehe auch Wörterb. d. Artillerie, Artikel Petarde.)

Pfaffenmütze (bonnêt à prêtre) ist ein vorliegendes Werk in Form einer doppelten Scheere (w. n. i.), dessen beide lange Schenkel hinterwärts zusammengezogen sind. Seine Einrichtung wird weiter unten, a. a. O. gezeigt werden; es hat die Bestimmung und die Nachtheile der Horn- und Kronwerke: daß ihre Vertheidigungsfähigkeit mit ihren Baukosten durchaus in keinem Verhältniß steht.

Pfahl (pilotis oder piquet) ist in der Kriegsbaukunst von sehr mannichfacher Anwendung. Große Pfähle dienen zu Wasserbauen, Spundwänden, Pfahlröſten u. dgl. Kleine werden hauptsächlich zu dem Faschinenwerk, den Schanzkörben ꝛc. gebraucht. Die Längen und Stärken der Pfähle hängen von ihrer individuellen Bestimmung ab, und sind daher nicht allgemein zu bestimmen.

Die Grundpfähle werden 6 bis 8 Zoll stark, und so lang gemacht: daß sie durch den lockern Boden bis auf $\frac{1}{3}$ ihrer Länge in den festen Grund eindringen.

Die Faschinenpfähle sind 3 bis 5 Fuß lang, und $\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll stark.

Zu den Schanzkörben sind die Pfähle 3 bis 8 Fuß lang, $1\frac{1}{2}$ bis $2\frac{1}{2}$ Zoll stark, je nachdem die Körbe groß oder klein werden sollen.

Die Holzart, welche man zu den Pfählen anwendet, ist völlig gleichgültig. Man spaltet sie am besten aus Kloben- oder Scheitholz, das von der gehörigen Länge gesägt worden ist. Die immergrünen oder weichen Nadelhölzer geben immer eine schnellere Arbeit, als die härteren Laubhölzer.

Pfahlröſte, s. Roſtwerke.

Pfahlwerke (pilotage) dienen öfterer zu Verschließung der Häfen, der Flüſſe ꝛc. Zu dem Ende werden 8 Zoll starke Pfähle in das Wasser gerammt, so daß sie noch 3 Fuß über daſſelbe empor stehen, und den ankommenden Schiffen das Durchfahren verbieten. Ihre Entfernung ist ihrer Stärke gleich, oder auch wohl das Doppelte derſelben. Bei einem gleichförmigen Waſſerſtande sind sie ein schwer aus dem Wege zu räumendes Hinderniß, weil es nichts nützt, sie abzusägen, und der Weg dadurch immer noch nicht frei wird. Was bei dem Einrammen

Digitized by Google

dieser Pfähle zu beobachten ist, wird weiter unten (Artik. Rostwerke) vorkommen.

Pfannbalken, s. Schleusen.

Pfeiler der Brücken haben außer dem Druck des Gewölbes und der darüber gehenden Lasten, bei strömenden Gewässern auch noch den Stoß derselben und der von ihnen im Frühjahr herbei geführten Eismassen auszuhalten.

Die Stärke der Widerlagen und die Dicke der Gewölbsteine zu berechnen, ist schon oben (Artik. Kasematten) gezeigt, auch bis auf 36 Fuß Weite der Bögen eine von Müller berechnete Tafel gegeben worden. Es würde daher unnütz seyn, über diesen, nicht unmittelbar in die Kriegsbaukunst gehörenden Gegenstand noch etwas hinzuzufügen; wohl aber wird eine Bemerkung über die große Kraft des Eisstoßes nicht ganz überflüssig seyn.

Bekanntlich ist das Aufgehen des Frostes allezeit mit starken Wasserfluthen verbunden, die nothwendig dem Strome eine weit größere Geschwindigkeit mittheilen, als er bei dem gewöhnlichen niedern Stande hat. Nach Hrn. Wiebekings Ausmessungen und Berechnungen führt der Rhein — als sein Wasserspiegel 2 Fuß über den niedrigsten Stand erhaben war — bei einem Queerschnitt von 12540 Quadratfuß und 3′ 3″ Geschwindigkeit in 1 Sekunde, in diesem Zeitmaaße 40755 Würfelfuß Wasser ab; bei einem Anschwellen von 4 Fuß aber stieg die in einer Sekunde abgeführte Wassermenge bis auf 59663 Würfelf., und bei der großen Wasserfluth von 1784 betrug die in 1 Sekunde abgeführte Wassermenge nach Wiebekings Berechnung über 240,000 Würfelfuß. Diese vergrößerte Geschwindigkeit aber ist nun bei Berechnung des Eisstoßes mit in Anschlag zu bringen. Beträgt sie 6 Fuß in 1 Sekunde, so ist die ihr zugehörende Fallhöhe $= \frac{36}{60,36} = 0,6$ Fuß mehr. Wäre nun die anschwimmende Eismasse einer 1000 Würfelf. großen Wassersäule gleich, welches man füglich annehmen kann: so ist ihr Stoß dem einer Wassersäule von 0,6 Fuß Höhe und 1000 Würfelfuß Inhalt gleich, deren Grundfläche folglich $= 1666,6$ Quadratfuß ist. Oder dem Stoße einer Wassersäule von 1 Quadratf. Grundfläche und 1000 Fuß Höhe, der bei der gewöhnlich zugespitzten Form der Eisfelder seine Kraft fast immer nur gegen eine sehr kleine Fläche, öfters gegen einen einzelnen Stein des Pfeilers ausübt. Hieraus geht die Nothwendigkeit deutlich hervor: den Brückenpfeilern, den steinernen sowohl als den hölzernen, gegen einen so heftigen Stoß eine hinreichende Festigkeit zu geben, und sie

auch durch Eisbrecher zu schützen, um mit der Verkleinerung der Eismassen die Kraft ihres Stoßes zu schwächen.

Pflaster (pavé) dient in den Straßen der Festungen zur Bequemlichkeit der Einwohner, im trocknen Graben und auf dem Glacis aber: die feindlichen Sappenarbeiten zu erschweren. (S. Glacis und Graben.)

Das Straßenpflaster besteht entweder aus großen Kieseln, oder aus gebrochenen viereckigen Feldsteinen, wie in allen Städten Frankreichs und auf den Chausseen dieses Landes. Kann man nicht in der Mitte der Straßen einen gewölbten, oder oben bedeckten Abzuggraben anlegen, welches beides der Reinlichkeit und der Gesundheit vortheilhaft ist: muß man wenigstens die Straßen in der Mitte etwas erhöhet pflastern, so daß die Abdachung auf jeden Fuß der Straßenbreite $\frac{1}{2}$ Fuß beträgt, und das Regenwasser sowohl als die Unreinigkeiten in die zu beiden Seiten befindlichen Abzugrinnen abfließen können.

Bei einer bevorstehenden Belagerung wird in einer Festung das Straßenpflaster aufgebrochen, um die Wirkung der Bomben zu schwächen. Die kleineren, nicht über 3 Pfund schweren Kiesel können alsdann für die Steinmörser bestimmt werden. Man sollte deshalb in Festungen immer nur kleine Kiesel zu dem Straßenpflaster anwenden, weil große Feldsteine zu dem bemerkten Zweck nicht brauchbar sind.

Pforte, s. Einlaßpforte.

Pfosten (madrier) heißen alle mehr breite als dicke Holzstücke, wenn ihre Stärke über $2\frac{1}{2}$ bis 3 Zoll beträgt. Sie werden überall da angewendet, wo die gewöhnlichen Breter nicht genug Widerstand und Dauer gewähren.

Pfropfen nennen die Zimmerleute das Aufsetzen eines neuen Holzstückes auf eine zu kurze Säule, wo beide entweder blos schräge abgeschnitten und aufeinander geplattet, oder aber durch Verzahnung (w. n. i.) ineinander geschoben und mit durchgehenden Bolzen befestiget werden.

Pièces, s. Vorwerke.

Pied droit, s. Widerlagen.

Pinne, s. Schweinsfedern.

Pioche, s. Erdhaue.

Places (Plätze), s. Festungen.

Digitized by Google

Place d'armes, s. **Parallelen** und **Waffenplätze.**

Place basse heißen die niedrigen Wälle vor den Bollwerksfaçen, die zu Bestreichung des Ravelingrabens bestimmt sind, und hier die Stelle der Faussebray vertreten. Kasematten würden unter allen Umständen dieser Absicht besser entsprechen, und nicht der Unbequemlichkeit ausgesetzt seyn: durch die von dem hohen Walle herab geschossenen Trümmer verschüttet, und durch die hinein geworfenen Bomben zerstört zu werden.

Plackwerk (placage) dient bei Erdwällen und an der innern Böschung des Glacis anstatt der Rasenverkleidung, und ist bei sorgfältiger Bearbeitung wenigstens eben so dauerhaft, als diese. Man sucht eine gute schwarze, weder lehmichte, noch sandige Erde aus, die vor ihrer Anwendung durchgesiebt wird, damit keine Steine, oder grobe Wurzeln darunter bleiben. Mit dieser Erde wird nun die Brustwehr — oder bei bloßem Erdbau der ganze Wall — 6–9 Fuß breit im Verhältniß der Höhe, bekleidet und fest zusammen gestampft, indem man sie dabei ein wenig anfeuchtet, um sie fester zu machen. Werden nun zugleich frische Quecken oder Wurzeln von Hundsgras eingelegt, die in kurzer Zeit fortwachsen, so entsteht eine Bekleidung, die mit der ausgegrabenen Erde sich zu einem Ganzen verbindet. Besteht die Erde aus dem Festungsgraben aus losem Sand, wo man befürchten muß, daß sich das Plackwerk lostrennen werde: ist es nothwendig, das letztere noch breiter zu machen, damit es mehr Festigkeit und Verbindung mit der übrigen Erde bekommt.

Die letztere schüttet man, so wie sie aus dem Graben gefördert wird, hinter dem Plackwerk an, und stampft sie sorgfältig fest. Nach Belidors Vorschlag, Faschinen in den Erdwall zu legen, ist der bessern Haltbarkeit nachtheilig.

Plan heißt im eigentlichen Sinne der **Grundriß** eines Festungswerkes oder Gebäudes; bisweilen werden jedoch ausschließend die Terrainrisse mit diesem Namen belegt.

Plan de comparaison, s. **Vergleichungsebene.**

Plan de Défilement, s. **Defilement.**

Plan de site, Ebendaselbst.

Plate forme heißt zwar eigentlich eine **Stückbettung**, wird aber auch häufig als gleichbedeutend mit **Batterie** gebraucht, um eine Geschützstellung auf dem Festungswalle anzuzeigen.

Digitized by Google

Platte, s. Säulenglieder.

Plinthe oder Tafel heißt das untere viereckige Glied an einem Säulen- oder Bilderstuhl, in der früheren Epoche der Baukunst wahrscheinlich unter die hölzernen Säulen gelegt, um ihr einen gleichen Stand zu verschaffen, und das Verfaulen des Fußes zu hindern. (S. Säulenglieder.)

Plongée, s. Abdachung.

Polygon, s. äußeres und inneres Polygon, auch Vieleck.

Polygonwinkel (angle du polygon) entsteht durch das Zusammenstoßen der Polygonseiten, und wird durch Abziehen des Centriwinkels von 180 Graden gefunden. Man hat demnach

Vieleck.	Centriwinkel.	Polygonwinkel.
IV Eck.	90°	90°
V —	72°	108°
VI —	60°	120°
VII —	51° 25⅐′	128° 34⅗′
VIII —	45°	135°
IX —	40°	140°
X —	36°	144°
XI —	32° 40′	147° 20′
XII —	30°	150°
XVI —	22° 30′	157° 30′
XX —	18°	162°
XXIV —	15°	165°
XXXII —	11° 15′	168° 45′
XL —	9°	171°
XLII —	8° 34′	171° 26′
XLVIII —	7° 30′	172° 30′

Man scheint in der früheren Zeit die Vortheile sehr offener Polygonwinkel nicht gekannt zu haben, denn selbst Vauban hat sie nicht benutzt, selbst wenn ihm das Terrain Gelegenheit dazu darbot, obgleich er in seiner Attaque des places eine Festung auf der Seite anzugreifen verbietet, wo mehrere Polygonseiten in einer Linie liegen. Wirklich nähern sich die Capitalen der Raveline in eben dem Maaße einander, wie die Polygonwinkel größer werden. Die Spitzen der Raveline kommen dadurch weiter in das Feld, und die Spitzen der Bollwerke ziehen sich mehr zurück; sie können daher schon im Zehn- oder Zwölfeck nicht mehr, wie bei dem Sechseck, von der dritten

Parallele umfaßt werden, ohne daß diese, außer den Façen der Bollwerke, auch noch von den nebenliegenden Ravelinen auf eine Weite von 500 Schritt eingesehen und der Länge nach bestrichen wird. Der Belagerer kann daher hier nur langsam und mit bedeutendem Verlust vorrücken; seine Laufgrabenkatzen werden eben so schnell zerstört, als erbauet, und er muß den bedeckten Weg nothwendig mit Sturm nehmen, um sich auf den vorspringenden Winkeln logiren zu können.

Wenn im Sechs- und Siebeneck sich die Arbeiter nur auf zwei Seiten decken dürfen, nämlich gegen die Bollwerksface von vorne durch den Rollkorb, und gegen das Ravelin in der Flanke durch die Brustwehr der Sappe: müssen sie bei sehr offenen Polygonwinkeln es auf drei Seiten thun, weil sie auf beiden Flanken von den Nebenravelinen beschossen werden. Sie müssen daher eine doppelte Brustwehr aufführen, welches bei weitem mehr Zeit und Menschen kostet. Ist auch das Logement endlich vollendet, kann es bei 18 Fuß Breite die Breschbatterieen gegen das Ravelin nicht aufnehmen, wenn man es nicht so sehr vergrößert, daß es nun von den Ravelinen im Rücken beschossen werden kann.

Um dies zu verhindern, muß man Rückenwehren aufführen, und die dazu nöthige Erde aus einem, außerhalb des Logements gezogenen Graben nehmen, welches nicht ohne viel Zeit- und Menschenverlust geschehen kann. Am rathsamsten ist es noch: die erwähnten Breschbatterien in den bedeckten Weg selbst zu legen, und die Logementer von den ausspringenden Winkeln der Raveline durch eine vierte Parallele zusammen zu hängen, in welcher auch die Haubitz- und Steinmörser-Batterien zu liegen kommen, um das Feuer der Reduits des bedeckten Weges zu dämpfen, das jetzt die Breschbatterien beherrscht und ihnen sehr beschwerlich werden kann.

Auch die Breschbatterien vor dem Bollwerke finden bei dem Zwölfeck nur 130 Fuß auf jeder Seite des vorspringenden Winkels Raum, und können daher nur 16 Kanonen in allem aufnehmen, gegen die der Belagerte 20 aufstellen und ihnen dadurch genug zu thun geben kann, um das Breschefchießen auf die Façen zu hindern. Denn da die Verlängerung der Courtine hier in das Ravelin fällt, kann der Belagerer sie nicht bekommen, um Breschbatterien darauf zu legen. Er muß sich daher mit den Breschen begnügen, die durch die Batterien vor der Ravelinsspitze entstanden sind, und die nothwendig sehr enge seyn müssen.

Schon diese Schwierigkeiten sind im Stande: die Belagerung um 8 bis 10 Tage zu verlängern; sie vergrößern sich aber fast bis ins Unendliche, wenn die Polygonwinkel so stumpf werden, daß man sie beinahe für eine gerade Linie annehmen kann.

Digitized by Google

Nun werden die Capitalen der Bollwerke und der Raveline fast parallel, und die Spitzen der letztern liegen nicht weiter auseinander, als die Länge der Polygonseiten beträgt; das heißt: 90 Ruthen. Das zwischen jene Capitalen fallende Stück der dritten Parallele ist daher ebenfalls nicht länger und wird ganz von den darinnen liegenden Kesseln und Demontirbatterien angefüllt, die hier die Stelle der Rikoschetbatterien gegen die Bollwerksfaçen vertreten müssen; denn, da die Verlängerungen der letztern in das Ravelin fallen, lassen sich auch für die Anlage der Batterien keine Punkte auf ihnen finden. Die dritte Parallele wird dadurch ungeschickt, den Ausfällen der Besatzung Widerstand zu leisten.

Die Sappen vor den Ravelinen werden sehr beschwerlich zu führen, weil sie, nächst den Façen der Bollwerke und der Raveline, nun auch die Courtine und die Flanken der Nebenbollwerke gegen sich haben, die ihnen wahrscheinlich großen Abbruch thun, und ihr Fortrücken sehr erschweren werden. Ist aber auch der Belagerer in den Waffenplätzen der vorspringenden Winkel angekommen, kann er sich doch nicht rechts und links ausbreiten, weil er von allen Seiten eingesehen und beschossen wird. Er muß sich im bedeckten Wege selbst logiren und die beiden Ravelinspitzen durch eine vierte Parallele verbinden. Ein schwieriges und nicht ohne großen Verlust auszuführendes Unternehmen!

Hat er sich aber endlich der Raveline und folglich auch der beiden eingehenden Winkel bemeistert, erwartet ihn das Härteste noch vor der Spitze des Bollwerkes, bei Anlegung seiner Breschbatterien. In diesen können höchstens 10 Kanonen stehen, die von 20 Geschützen auf den Courtinen und Nebenflanken beschossen werden, gegen die sie wegen der zu schrägen Richtung sich nicht zu vertheidigen vermögen, die aber ihrerseits den ganzen Graben bestreichen und alle Anlagen in demselben ohne Mühe zerstören.

Es läßt sich demnach ein- für allemal der Grundsatz aufstellen: Je größer die Polygonwinkel sind, desto stärker wird die Vertheidigung; sie wächst zugleich in demselben Maaße, wie die Spitzen der Raveline weiter vorspringen. Wollte der Belagerer aber den vorher aufgeführten Nachtheilen vor einer fast geraden Fronte ausweichen: müßte er seinen Werken eine ungeheure Ausdehnung geben, und würde sich wieder dadurch in weitläuftige Unternehmungen verwickeln, deren Ende kaum abzusehen wäre.

Portières, s. Schußladen.

Digitized by Google

Portion circulaire. Die halbkreisförmige, den vorspringenden Winkel des bedeckten Weges umfassende Sappe w. n. i.

Posten sind Punkte, die man aus irgend einem strategischen Grunde festhalten muß, und wo eine vortheilhafte Terrainbeschaffenheit Gelegenheit darbietet: daß sie bei einer nur geringen Nachhülfe der Kunst von einer kleinen Truppenzahl mit Vortheil vertheidigt werden können. Man findet sie am häufigsten in Gebirgsgegenden, wo sie zu Bewahrung der Zugänge dienen; doch bietet auch ein niedriges, flußreiches Land mannichfaltige Gelegenheit zu Sicherstellung einzelner Punkte dar.

Die Posten sind von zweierlei Art: größere, als befestigte Städte und verschanzte Läger (s. diese Worte), und kleinere, wozu man einzelne Berge, oder mehr oder weniger zugängliche Punkte mit Schanzen und Blockhäusern versiehet, oder steinerne, bequem liegende Häuser, Schlösser, Meierhöfe, Rittersitze, Klöster u. dgl. in Vertheidigungsstand setzt.

Eine unerläßliche Bedingung aller Posten ist: daß sie die Annäherung des Feindes nicht begünstigen, und — wo möglich — nur auf einer oder zweien Seiten angegriffen werden können. Ist dieses nicht zu erreichen: muß man den Posten durch alle Mittel, welche nur die Kunst darbietet, verstärken; man muß in dieser Hinsicht sich nie begnügen: Etwas halb zu thun, denn eine schlechte Befestigung ist unter allen Umständen so gut als keine.

Bei einer solchen Lage, die nur von vorn einen Angriff gestattet, auf den Seiten und im Rücken aber ihn unmöglich zu machen scheint, pflegt man zwar die letztern großentheils zu vernachlässigen, jedoch mit Unrecht; denn nur zu oft ward ein Posten von derjenigen Seite her angegriffen und erobert, wo man ihn für völlig unzugänglich hielt. Die ältere und neuere Kriegsgeschichte stellt häufige Beispiele solcher Ereignisse auf, wo feste, für unangreifbar gehaltene Posten mit nur geringer Mühe und Anstrengung erobert wurden. Ohne Alexanders des Großen zu erwähnen, der den Arimazes auf einem unersteiglichen Felsen dadurch zur Uebergabe brachte, ward der Felsen Quatre dents, im St. Martinsthale, 1690 durch den bekannten Feuquieres dadurch erobert: daß er auf einem schmalen Fußsteige, wo man blos zu Fuß fortkommen konnte, eine kurze vierpfündige Kanone durch Seile und Winden, auf einem mit Faschinen bedeckten Schlitten vorbrachte, und die Graubündter durch die Schüsse dieses Geschützes in Furcht und Schrecken setzte. Auch der durchaus nicht zu umgehende, und von den Franzosen besetzte Lucienſteig ward von den Oesterreichern im Jahr 1800 dennoch umgangen, weil die an dem senkrechten Felsen lie-

Digitized by Google

gende Schneewand sich auf ihrer Böschung niedertreten und dadurch ein Fußweg bereiten ließ, auf dem ein Bataillon des Regiments von Stein neben der französischen Verschanzung vorbei ging, und nun auf einmal über den Köpfen der Franzosen erschien, während eine andere Truppenabtheilung sie von vorn angriff.

Hieraus geht die Nothwendigkeit hervor: bei der Auswahl eines Postens die Ein- und Zugänge desselben auf das sorgfältigste zu untersuchen, und sich nicht mit — oft nur scheinbaren — Naturhindernissen zu befriedigen, sondern keinen Punkt des ganzen Umfanges unvertheidigt und unbestrichen zu lassen.

Ist der zu einem Posten bestimmte Ort unbebauet, und soll daher eine Schanze auf demselben angelegt werden: kommen in Rücksicht des Bodens dabei vorzüglich dreierlei Umstände in Betracht:

1) der Bauplatz selbst ist ungleich, das umliegende Terrain aber eben; oder
2) letzteres ist nahe an der Schanze uneben, und mit Gründen, Hohlwegen oder Hecken durchschnitten.
3) Es liegen beherrschende Anhöhen noch innerhalb der Kanonenschußweite.

1) Kleine Hügel, die nicht über 100 Schritt groß und nicht über 10 Fuß hoch sind, werden nach Müller (Verschanzungskunst auf Winterpostirungen) am besten von der Feuerlinie der Verschanzung durchschnitten. Man erhöhet in diesem Falle die Brustwehr nicht völlig, sondern schneidet sie zum Theil in dem Hügel ein. Uebersteigt letzterer die Höhe von 10 Fuß: muß man ihn ganz in die Verschanzung einschließen, so daß der Graben an seinem Fuße hingeht, und die Brustwehr noch vor seiner Krone liegt. Auch mehrere Hügel können auf dieselbe Weise in die Feuerlinie der Schanze gezogen werden, indem man den Umriß nach dem Terrain gestaltet, das überhaupt bei allen Verschanzungen und Festungsanlagen vorzüglich berücksichtigt werden muß.

Gräben und Hohlwege läßt man am besten gerade auf die Verschanzung zu laufen, um die Brustwehr queer über sie hinweg führen zu können. Belegt man sie — wenn sie nicht unter 5 Fuß tief sind — oben mit Balken, auf welchen die Brustwehr ruhet, so dienen sie zu einem unterirdischen Eingange.

2) Gegen überhöhende Terrainpunkte wird ein verschanzter Posten durch das Defilement (s. dies Wort) und durch Traversen gesichert, so daß die Besatzung an der Brustwehr nicht im Rücken beschossen werden kann. Der abfallende Boden, besonders wenn er den Anfang fortlaufender Gründe macht, muß allezeit von dem Geschütz der Schanze bestrichen werden können und man dasselbe diesem Entzweck gemäß aufstellen.

Digitized by Google

An einem steilen Grundrande läßt man die Brustwehr entlang laufen und sticht vor derselben das Ufer 12 bis 16 Fuß hoch so steil ab, als es nur immer möglich ist. Kann man zugleich ein Geschütz zum Seitenfeuer anbringen: wird dieser Punkt für unersteiglich zu achten seyn. Umgiebt der steile Grund die Verschanzung zum Theil, wird sie unter der eben angeführten Bedingung nur um so stärker. Ohne Seitenfeuer aber ist nur eine über 30 Fuß hohe, steile Felsenwand unersteiglich; bei jedem andern niedrigeren oder bloßen Erdwall kann der Feind rasch bis unter das Feuer der Festung vorgehen, und hier in voller Sicherheit Anstalten zu Ersteigung der Brustwehr treffen.

Wenn Gräben oder Hohlwege in der Weite eines Flintenschusses die Gegend durchschneiden: werden sie entweder mit großen Steinen, Baumstämmen u. dgl. ausgefüllt, oder an dem gegen die Verschanzung gekehrten Rande abgestochen, so daß man bis auf ihren Grund sehen und schießen kann. Hecken, Bäume, Buschwerk, Plankenzäune, Gartenmauern und selbst Gebäude, werden bis auf 600 oder 800 Schritt abgehauen und eingerissen; es sey denn, daß steinerne Gebäude dem Posten nahe genug stehen, um mit der Verschanzung verbunden und zur Vertheidigung eingerichtet werden zu können.

3) In Gebirgsgegenden liegen die Anhöhen öfters so nahe aneinander, daß man sehr bequem mit Geschütz hinüber und herüber feuern kann, und daß es beinahe unmöglich wird, sich gegen das Seitenfeuer und Rückenfeuer des Feindes zu decken. Es bleibt dann Nichts übrig, wenn man aus überwiegenden Ursachen die Befestigung eines solchen Postens nicht aufgeben darf, als ein Blockhaus, oder eine oben bedeckte Schanze zu erbauen, wie es von Müller an dem oben angeführten Orte gelehrt wird.

Wäre dies, wegen der Stärke und daher entspringenden Größe des Postens, nicht ausführbar, müßte man sich durch Blockhäuser in den Besitz der umliegenden Höhen setzen. Steile Felsenspitzen, mit einzelnen Bäumen bewachsen, auf die blos beschwerliche Fußsteige führen, sind dem Posten nicht schädlich. Sie dienen ihm, mit einigen Jägern besetzt, als Vor- und Avertissementsposten.

Steinerne Gebäude der größeren Art, Meierhöfe, Dorfkirchen u. dgl. werden allgemein zu Posten empfohlen, sind auch wirklich mit Vortheil dazu anzuwenden, obschon die Vorbereitungen dazu ihre eigenen Schwierigkeiten haben. Es ist vorzüglich nicht leicht: in Mauern von Bruch- oder Feldsteinen Schießlöcher (w. n. i.) zu brechen. Mit dem Steinmeißel geht die Arbeit nur sehr langsam von Statten; mit der Spitzhaue aber fallen gewöhnlich große Stücken herunter, und die Mauer wird dadurch außerordentlich geschwächt. Leichter und schneller läßt es sich in Mauern von Ziegeln bewirken; jedoch muß hier der

Digitized by Google

Steinmeißel, und nicht die Spitzhaue angewendet werden, um das Ausspringen großer Steinstücken zu vermeiden.

Liegt das Haus frei, so daß man die feindlichen Kanonenkugeln fürchten muß: kann man 12 bis 16 Fuß von der äussern Mauer einen Graben herum führen, und die daraus bekommene Erde gegen jene werfen, um die Wirkung der Kugeln dadurch zu schwächen. Man kann auch wohl den Graben so weit entfernen, daß eine förmliche Schanze entsteht, der das Gebäude als Retirade dient.

Im obern Stock eines solchen zur Vertheidigung eingerichteten Hauses wird über den Thüren des untern Stockes der Fußboden aufgebrochen, oder wenigstens durchlöchert, um dem hereindringenden Feinde das Gewehr auf den Leib halten zu können. Man kann auch die Scheidewände mit Schießlöchern durchbrechen, um sich aus einem Zimmer in das andere ziehen zu können, wenn man zu sehr von dem Feinde gedrängt wird.

Fehlt es nicht zu sehr an Zeit und Materialien: werden Pallisaden gesetzt, und die Ecken des Gebäudes mit Tambours (s. dies Wort) oder Caponieren mit einer Seitenvertheidigung versehen. Zu Verhütung der Ueberfälle bei vorgeschobenen Posten kann man auch die Thüren und Fenster im untern Stock ganz zumauern, so daß blos Schießlöcher darinnen bleiben, und man nur vermittelst einer Leiter, die hinter einer Pallisadirung steht, nach dem obern Stock gelanget.

Das Dach wird abgetragen, und die Sparren werden mit anderm Holzwerk oben queer herüber gelegt, um sie nachher mit Mist und Erde bedecken zu können. Der Rauchfang wird ebenfalls um soviel abgebrochen, als er über die Decke hervorragt. Es würde vortheilhaft seyn: ihn mit einigen Balkenstücken zu verblenden, damit keine feindliche Granate hineinfallen kann, weil dies nothwendig einen üblen Eindruck auf die Besatzung machen müßte.

Dörfer sind nur selten zu Posten brauchbar, weil entweder überhaupt ihre Gehöfte gewöhnlich weit auseinander gebaut sind, und daher einen zu großen Raum einnehmen; und dann, weil sie größtentheils aus leicht anzuzündenden Gebäuden bestehen. Nur dann, wenn ein Dorf eine steinerne Kirche, einen massiv gebaueten Edelhof, oder eine Mühle hat, wenn die Häuser vielleicht aus Bruchsteinen, und mit Ziegeln oder Schiefer gedeckt sind, wie in Sachsen, Frankreich und den Niederlanden; wenn die anstoßenden Gärten mit starken Hecken, Mauern und Gräben umgeben sind, und viele im Dorfe stehende Frucht- und andere Bäume die Verbreitung eines entstandenen Brandes hindern; besonders aber, wenn es am Rande eines steilen, fast unersteiglichen Grundes, am Ufer eines tiefen und breiten Flusses liegt, oder von Teichen, morastigen Brüchen umgeben ist: kann man

Digitized by Google

die Verschanzung desselben unternehmen. In dem polnischen Städtchen Kobryn ward 1812 nur dadurch eine ganze Abtheilung Sachsen gefangen, weil sie sich in diesen aus lauter hölzernen Häusern bestehenden Ort warfen, der nebst der, in ihrem Rücken über den Fluß führenden hölzernen Brücke von den Russen angezündet, und dadurch selbst der Kavallerie die Möglichkeit geraubt ward, sich durchzuschlagen. Besteht aber auch das Dorf ganz aus feuerfesten Häusern: dürfen deshalb die Löschanstalten gegen ein entstehendes Feuer nicht vernachlässigt, auch die Verschanzungen nicht so nahe an das Dorf gelegt werden: daß die Besatzung derselben dadurch an der Vertheidigung gehindert wird.

Vorzüglichere Posten geben die mit alten und gewöhnlich sehr starken Mauern umschlossenen Städte und die festen Schlösser ab, von denen weiter unten gehandelt werden wird.

Poternen, s. Durchgänge.

Prahmen (bacs), oder platte Fahrzeuge, dienen in solchen Festungen, welche Wassergräben haben, zur Gemeinschaft mit den Außenwerken und mit dem bedeckten Wege, wenn die Brücken durch die feindlichen Stückkugeln zerstört sind. Dies wird jedoch bei schwimmenden Floß- oder Blockbrücken nie der Fall seyn können, und man sollte daher diese in keiner Festung vermissen, oder wenigstens auf den Fall einer Belagerung das dazu nöthige Rundholz vorräthig haben. In diesem Falle werden die Prahmen, als Kanonenböte ausgerüstet, zu Vertheidigung der Wassergräben immer sehr nützlich seyn.

Ein solches Fahrzeug hat 28 bis 30 Fuß Länge, 10 Fuß Breite, und 1½ Fuß Tiefe. Der Vordertheil, wo eine zwölfpfündige Kanone auf einer niedrigen Schiffslaffete steht, ist mit einer Blendung von 4 Zoll dicken eichnen Bohlen versehen, die blos eine Oeffnung für die Mündung des Geschützes hat, um die Bedienung des Geschützes gegen die Flintenschüsse der Belagerer zu sichern. Hält man diese Prahmen auf einer andern Seite der Festung bis zu dem Augenblicke verborgen, wo der Feind seinen Faschinendamm über den Graben größtentheils vollendet und wo er nichts mehr von dem Feuer des demontirten Geschützes auf dem Walle zu fürchten hat: wird ihre Wirkung eben so entscheidend, als unerwartet seyn. Es bedarf übrigens keines besondern Hafens für diese Fahrzeuge, den Sturm unter die hohl gebaute Hauptface, Heer hinter die Courtine in die Stadt, und Ebhorn in die Kehle der Raveline legt; sie können auf der nicht angegriffenen Seite der Festung in einer Durchgangskasematte aufbewahrt werden, bis sie gebraucht

werden sollen, wo sie in weniger als einer halben Stunde in das Wasser geschoben und bewaffnet seyn können.

Pritsche (barbette), s. Bank für Kanonen.

Profil oder Durchschnitt der Festungswerke Fig. 93, 94. Tab. VIII., der Kasematten Fig. 96, 104 und Fig. 115. Tab. IX., der Futtermauern Fig. 111, 112 und 113. Tab. IX., und der Minengänge Fig. 116b. Tab. X. und Fig. 122. Tab. XI. zeigt die Höhen und Breiten an, und dient gemeinschaftlich mit dem Grundrisse zu Bestimmung derselben.

Bei den Festungsprofilen kommen zweierlei Höhen in Betracht: die absolute und relative (s. Höhe der Festungswerke), welche beide durch auf dem Horizont gezogene, senkrechte Linien bestimmt werden, und von dem vorher festzusetzenden gegenseitigen Ueberhöhen der Werke (s. dies Wort) abhängen. Bei der neueren Befestigungsweise finden nach St. Paul folgende Profilmaaße statt, wo eine durch die Brustwehrenkrone liegende Horizontalfläche angenommen ist, und die perpendiculairen Tiefen von ihm abermals gemessen sind.

	Breite.	Liegt unter der Krone des Hauptwalles.
Wallgang	36 Fuß.	7 Fuß.
Auftritt	12 —	4 —
Brustwehr mit innerer Böschung	19 —	0 —
Aeußere Böschung derf.	12 —	14 —
(Die Abdachung der Krone wird durch die Breite des vorliegenden Grabens bestimmt.)		
Der Hauptgraben	90 Fuß.	44 Fuß.
Wallgang und Auftritt der Contregarde, nebst der innern Böschung d. Brustwehr	24 —	11 —
Brustwehr der Contregarde	4 —	18 —
Aeußere Anlage derselben	12 —	14 —
Graben an der Contregarde	60 —	44 —
Wallgang d. Grabenscheere	24 —	29 —
Liegt vor der Courtine	30 —	= —
Brustwehr d. Grabenscheere	18 —	22 —
Aeußere Anlage derselben	6 —	17 —
Wallgang des Reduits im Ravelin	30 —	9½ —
Hintere Böschung und Raum hinter demselben	37 —	24½ —
Brustwehr desselben	18 —	2½ —

Digitized by Google

	Breite	Liegt unter der Krone des Hauptwalles.
Aeußere Anlage derselben	6 Fuß.	9½ Fuß.
Sein Graben	36 —	24½ —
Wallgang des Ravelins	27 —	12 —
Brustwehr desselben	18 —	5 —
Aeußere Anlage	6 —	15½ —
Graben vor demselben	66 —	44 —
Bedeckter Weg	30 —	22½ —
Glacis	180 —	15½ —
Das Reduit im bed. Wege	24 —	22½ —
Seine Brustwehr	18 —	14½ —
Aeußere Anlage	6 —	21 —
Graben desselben	12 —	33½ —

Die älteren Kriegsbaumeister bestimmten ihre Profile nach der Höhe der Werke über dem Horizonte. Struensee giebt von der Baubanschen und Cohornschen Manier folgende Profilmaaße.

	Baubans erste Manier.		Baubans zweite Manier.	
	Breite.	Höhe.	Breite.	Höhe.
Wallgang	30 Fuß.	18 Fuß.	30 Fuß.	12 Fuß.
Auftritt	3	19½	4½	13½
Brustwehr mit der innern Bdschung	19	24	21½	18
Aeußere Anlage	5	22	5	15½
Hauptgraben	20	15 tief	90	15 tief
Grabenscheere	5	0	6	5 tief
Auftritt mit 4′ Bdschung	3	1½	4½	2 tief
Brustwehr mit 1′ innerer Bdschung	16	6	19½	1½ hoch
Aeußere Anlage	2	4	4	0
Der Wallgang des Ravelins.	15–42	12	24	9
Auftritt mit 4′ Bdschung	3	13½	4½	10½
Brustwehr	18	18	20	15
Aeußere Anlage derselben.	8	16	9½	12½
Berme	5	0	9	—
Graben	66	15 tief	66	15 tief
Wallgang der Contregarde	—	—	30	12
Auftritt	—	—	4½	13½
Brustwehr mit 1½′ Bdschung	—	—	21½	18
Aeußere Anlage	—	—	10	15½
Berme	—	—	9	3
Graben	—	—	90	15 tief
Bedeckter Weg	36	0	36	0
Auftritt	8	1½	6½	3

Digitized by Google

	Vaubans erste Manier. Breite. Fuß.	Höhe. Fuß.	Vaubans zweite Manier. Breite. Fuß.	Höhe. Fuß.
Glacis'	27 = 180	6	72 = 132	7½
Wallgang d. Reduits im Raveline.	—	—	15	9
Auftritt	—	—	4½	10½
Bruſtwehr	—	—	19½	15

In Cohorns Profilen iſt:

	Breite. Fuß.	Höhe. Fuß.
An den Bollwerksfaçen:		
Der Wallgang mit 16 Fuß Anlage		16
Auftritt	3	17½
Bruſtwehr	21	22
Aeußere Anlage	10	20
Graben	96	4
Fauſſebray	5	6
Auftritt	3	7½
Bruſtwehr	21	12
Aeußere Anlage derſelben	10	10
Anlage der inneren Graben-Böſchung	13	—
— — = äußeren — — —	12	—
Graben	119	14 tief.
An den Flanken:		
Die obere Flanke	—	16
Auftritt	3	17½
Bruſtwehr	25	22
Aeußere Anlage	8½	20
Graben	28	4 tief.
Die mittlere Flanke	7	5
Auftritt	3	6½
Bruſtwehr	25	11
Aeußere Anlage derſelben	10	10
Anlage der inneren Graben-Böſchung	10	—
— — = äußeren — — —	5	—
Graben	32	10
Die niedere Flanke	45	3 tief.
Auftritt	3	1½ tief.
Bruſtwehr	21	3
Aeußere Anlage	2	2
Anlage des innern Grabenrandes	13	—
Graben	unbeſtimmt.	13
Wallgang der Courtine	24	12
Auftritt	3	13½
Bruſtwehr	21	18

Digitized by Google

	Breite.	Höhe.
Aeußere Anlage	8 Fuß.	16 Fuß.
Fauſſebray	4	2
Auftritt	3	3½
Bruſtwehr	wie vorher.	
Die Contregarde	3	6
Auftritt	3	7½
Bruſtwehr	21	12
Aeußere Anlage	10	10
Anlage der inneren Graben-Böſchung	12	—
— — = äußeren — — —	5	—
Graben	67	12 tief.
Das Ravelin vorn	24	8
hinten	12	
Auftritt	3	9½
Bruſtwehr	21	14
Aeußere Böſchung	5	12
Trockner Graben	96	4 tief.
Fauſſebray und Auftritt	6	6
Bruſtwehr, außer 10' äußerer Böſchung	21	11
Graben, mit 10' innerer u. 4' äußerer Böſchung	93	11 tief.
Bedeckter Weg mit 2 Auftritten	76½	3 tief.
Glaçis	144=192	4½

Projectionen heißen die graphiſchen Darſtellungen der Flächen und Körper, welche einen Theil der Geometrie ausmachen (la geometrie descriptive), die **Gaspard Monge** zuerſt als einen beſondern Zweig der mathematiſchen Wiſſenſchaften behandelt hat, die aber auch ſchon früher in den Compendien der Meßkünſtler als ein Theil der Perſpective gelehrt wird. (**La Croix Geometrie der ebenen und krummen Oberflächen**, a. d. Franz. von Hahn.)

Wenn man nun die **Projection** eines jeden Punktes als einen Punkt anſieht, wo die dargeſtellte Ebene durch den Sehestrahl aus dem Auge des Beobachters durchſchnitten wird: ſo drückt die **Projection** eines Körpers oder einer Fläche die verſchiedene Stellung der Punkte derſelben aus, wie ſie aus einer gewiſſen Entfernung erſcheinen.

Die nähere Erläuterung der **Projectionen** gehört eigentlich nicht hierher; bei der Sphäre finden beſonders in Hinſicht auf die Verfertigung der Karten zweierlei Arten von Projectionen ſtatt: die **orthographiſche** und die **ſtereographiſche**. Folgendes ſind die allgemeinen Grundſätze, auf welchen die eine, wie die andern Art beruhet:

1) Alle Geſichtslinien ſind in der orthographiſchen Projection auf eine unendliche Weite parallel.

2) Jede, auf der Projections-Ebene ſtehende ſenkrechte Linie wird durch einen Punkt dargeſtellt, da wo ſie auf jene Ebene trifft.

3) Jede, auf der Projections-Ebene nicht ſenkrechte Linie, die gegen ſie ſchräge oder parallel liegt, wird durch eine gerade Linie ausgedrückt, die zwiſchen von ihren Enden auf die Ebene fallenden Senkrechten gezogen iſt.

4) Wenn eine Linie mit der Projections-Ebene gleichlaufend iſt, hat ſie die größt-mögliche Länge.

5) Hieraus folgt: daß jede der Projections-Ebene parallele Linie durch eine ihr gleich große Linie ausgedrückt wird; durch eine kleinere hingegen, wenn ſie ſchräge auf jener Ebene ſteht.

6) Eine auf der Projections-Ebene ſenkrecht ſtehende andere Ebene wird durch diejenige gerade Linie ausgedrückt, in der ſie jene durchſchneidet. Ein auf der erſtern ſenkrecht ſtehender Kreis, deſſen Mittelpunkt in ihr liegt, wird demnach durch ſeinen Durchmeſſer dargeſtellt. Ein Theil deſſelben Kreiſes aber, deſſen äußerſtes Ende an die Mitte der Projections-Ebene trifft, wird durch eine gerade Linie ausgedrückt, die ſeinem Sinu gleich iſt; die Linie zur Projection des Erfüllungsbogens aber iſt ſein Sinus Verſus.

7) Ein der Projections-Ebene paralleler Kreis wird durch einen eben ſo großen Kreis, ein gegen ſie ſchräger Kreis aber durch eine Ellipſe dargeſtellt.

Bei der ſtereographiſchen Projection wird

1) jeder große Kreis, der in der Sehelinie liegt, durch eine gerade Linie vorgeſtellt;

2) ein ſenkrecht dem Auge gegenüber ſtehender Kreis aber, ebenfalls durch einen Kreis. Endlich

3) ein gegen das Auge ſchräge ſtehender Kreis, auf die nämliche Weiſe.

4) Wird ein großer Kreisbogen auf der Fläche eines andern großen Kreiſes projectirt, ſo wird ſein Mittelpunkt in diejenige Linie fallen, welche als Projection des großen Bogens die Sehelinie macht, und auf dem darzuſtellenden Kreisbogen und auf der Projections-Ebene ſenkrecht iſt. Der Mittelpunkt des projectirten Kreiſes iſt um ſo viel von der als Projections-Ebene dienenden Kreisfläche entfernt, als die Tangente ſeiner Erhebung über die letztere beträgt.

5) Liegt ein kleiner Kreisbogen um den Mittelpunkt des großen, wird er durch einen Kreis dargeſtellt, deſſen Durchmeſſer der Summe der halben Tangenten der größeſten und kleinſten Entfernungen von dem Mittelpunkte des großen Kreiſes gleich iſt.

6) Daſſelbe findet ſtatt, wenn der kleine Kreisbogen nicht um den Projectionspol (den Mittelpunkt des großen), ſon-

Digitized by Google

dern neben demſelben liegt; nur daß hier — wie ſich von ſelbſt verſteht — die Entfernungen auf einer und eben derſelben Seite gemeſſen werden.

7) Die Winkel der Kreisbögen auf einer Kugelfläche ſind den Winkeln gleich, welche ihre zugehörigen Projectionslinien auf der Projections-Ebene machen.

Dieſe Projectionsart hat zwei Vortheile: 1) daß die Projectionen aller Kreisbögen der Sphäre gerade Linien, oder Kreisbögen, und daher leicht zu conſtruiren ſind. 2) Die gleichen Theile der Kreiſe der Kugel werden zwar durch die ſtereographiſche Projection ungleich, doch nicht in dem Maaße, wie bei der orthographiſchen Projection. Dieſe Ungleichheit der an ſich gleichen Theile bleibt jedoch auch hier eine Unbequemlichkeit; man kann ſich nie eines und deſſelben Maaßſtabes zu Beſtimmung der Entfernungen bedienen, weil dieſe durch verſchiedene Kreisbögen ausgedrückt werden, die folglich auch ungleiche Abtheilungen haben.

Die Projection der Körper, die ſie in ihrem Verhältniß und in ihren Maaßen darſtellt, wie ſie dem Auge in einer gewiſſen Entfernung erſcheinen, heißt die perſpectiviſche oder ſcenographiſche (ſ. dies Wort). Sie beruhet auf dem Grundriß (Ichnographie), der in ſeiner perſpectiviſchen Verjüngung aufgetragen wird, und auf den nachher die Maaße der Façade und der Seitenanſichten eben ſo getragen werden.

Proviantháuſer, ſ. Magazine.

Proviſoriſche Feſtungen, ſ. Städte.

Pulver (poudre) iſt bekanntlich ein durchaus unentbehrliches Angriffs- und Vertheidigungsmittel im Kriege. Man muß daher beſondere Sorge tragen: deſſelben eine hinreichende Menge für den Bedarf herbeizuſchaffen ſowohl, als den vorhandenen Vorrath gegen jeden Zufall zu ſichern. Ueber das erſtere iſt ſchon oben (Artik. Ausrüſtung und Belagerungs-Entwurf) das Nöthige beigebracht worden. Die Aufbewahrung des Pulvers aber gehört für die Artillerie; dem Ingenieur kommt blos die Erbauung und Einrichtung der Pulvermagazine zu, w. u. ſ.

Pulverkammer (la Chambre), ſ. Minenkammer.

Pulverkaſten (Coffre des poudres) gewährt bei den Minenladungen den Vortheil einer ſchnellern und leichtern Entzündung und der Verwahrung der Ladung gegen die Feuchtigkeit des Erdbodens. Denn ſoll die Mine einige Zeit geladen

Digitized by Google

stehen bleiben, wie es bei den Vertheidigungsminen öfters der Fall ist: wird der gut zusammengefügte Pulverkasten von außen und innen verpicht. Bei starken Ladungen würden zwar die Kasten wegen ihrer bedeutenden Größe nicht durch die Rameaux in die Kammer gebracht werden können; es macht jedoch keine Schwierigkeit und Aufenthalt: die Theile derselben vorher zusammenzupassen, und einzeln in die Kammer zu tragen.

Die Größe des Pulverkastens wird durch die Menge des zur Ladung erforderlichen Pulvers bestimmt, wo man voraussetzen kann: daß ein Pariser Würfelfuß Pulver 64 Pfd., ein Würfelfuß Rheinl. aber 61 Pfund 29 Loth wiegt.

Sollte demnach für eine Ladung von 100 Pfund die Größe des Pulverkastens gefunden werden, würde man haben:

Log.: 1 Würfelf. = 1728 Zoll = 3. 2375437.
Log.: 100 Pfd. = 3200 Loth = 3. 5051500
Log.: 61 Pfd. 29 Lth. = 1981 Lth. = 3. 2969186

3. 4457751. davon

die Zahl 2791 und folglich die Seite des würfelförmigen Pulverkastens $\sqrt[3]{2791}$ = 14,079 Zoll.

Für 500 Pfund Ladung bekommt man

Log.: 1728″ = 3. 2375437.
Log.: 16000 = 4. 2041200
Log.: 1981 = 3. 2969186

4. 1446451. = Log. von 13952,

welches 24,074 Zoll für jede Seite des Kastens giebt.

Eben so findet man für eine Minenladung von 1000 Pfunden jede Seite des Kastens = $\sqrt[3]{27910}$ = 30,33 Zoll, und für 3000 Pfund Ladung: $\sqrt[3]{83733}$.

Belidor glaubte durch platte Pulverkasten, deren Grundfläche größer ist, als ihre Seiten, größere Minentrichter zu erhalten, und fand diese Meinung durch die Erfahrung bestätiget. Es fehlte jedoch bis jetzt an mehreren genügenden Versuchen, um die Größe der flachen Kasten im Verhältniß des auszuhebenden Trichters zu bestimmen. Wir geben daher nur noch die berechnete Größe der Seiten für würfelförmige und flache Kasten, unter der Voraussetzung: daß ein franz. Würfelfuß Pulver 64 Pfund wiegt.

Digitized by Google

Cubiſche Pulverkaſten.

Seite des Kaſtens.	Pulverladung.	Seite des Kaſtens.	Pulverladung.	Seite des Kaſtens.	Pulverladung.
8 Zoll.	19 ℔	22½ Zoll.	423 ℔	37 Zoll.	1876 ℔
8½	23	23	450	37½	1954
9	27	23½	481	38	2032
9½	32	24	512	38½	2114
10	37	24½	546	39	2197
10½	43	25	579	39½	2242
11	49	25½	615	40	2370
11½	56	26	651	40½	2460
12	64	26½	690	41	2550
12½	77	27	728	41½	2647
13	81	27½	770	42	2744
13½	91	28	813	42½	2844
14	101	28½	860	43	2944
14½	113	29	907	43½	3049
15	125	29½	954	44	3155
15½	138	30	1000	44½	3265
16	152	30½	1052	45	3375
16½	167	31	1104	45½	3490
17	181	31½	1159	46	3605
17½	198	32	1214	46½	3725
18	216	32½	1272	47	3845
18½	233	33	1331	47½	3970
19	251	33½	1392	48	4096
19½	274	34	1454	48½	4227
20	296	34½	1518	49	4357
20½	319	35	1582	49½	4493
21	343	35½	1655	50	4630
21½	369	36	1728	50½	4772
22	395	36½	1802		

Digitized by Google

Flache Pulverkasten mit viereckigen Grundflächen und verschiedenen Höhen.

Seite d. Grundfläche	Höhe des Kastens	Pulverladung	Seite d. Grundfläche	Höhe des Kastens	Pulverladung.
15 Zoll.	12 Zoll.	100 ℔	41 Zoll.	24 Zoll.	1500 ℔
18½	12	150	42½	24	1600
21½	12	200	44	24	1700
23½	12	250	45	24	1800
26	12	300	46½	24	1900
28	12	350	47½	24	2000
30	12	400	48½	24	2100
24½	18	400	43½	30	2100
26	18	450	44½	30	2200
27½	18	500	45½	30	2300
29	18	550	46½	30	2400
30	18	600	47½	30	2500
31	18	650	48½	30	2600
32½	18	700	49½	30	2700
33½	18	750	50½	30	2800
34½	18	800	51¼	30	2900
35½	18	850	52	30	3000
37	18	900	53	30	3100
38	18	950	54	30	3200
39	18	1000	49	36	3200
40½	18	1100	49¾	36	3300
42½	18	1200	50½	36	3400
37	24	1200	51¼	36	3500
38	24	1300	52	36	3600
39½	24	1400	52¾	36	3700

Digitized by Google

Flache Pulverkasten mit viereckigen Grundflächen und verschiedenen Höhen.

Seite d. Grundfläche.	Höhe des Kastens.	Pulverladung.	Seite d. Grundfläche.	Höhe des Kastens.	Pulverladung.
53½ Zoll.	36 Zoll.	3800 ℔	58 Zoll.	42 Zoll.	5200 ℔
54¼	36	3900	58½	42	5300
55	36	4000	59	42	5400
50¾	42	4000	59½	42	5500
51¼	42	4100	60	42	5600
52	42	4200	56¼	48	5600
52½	42	4300	56¾	48	5700
53¼	42	4400	57¼	48	5800
54	42	4500	57¾	48	5900
54½	42	4600	58¼	48	6000
55	42	4700	58¾	48	6100
55¾	42	4800	59	48	6200
56¼	42	4900	59½	48	6300
56¾	42	5000	60	48	6400
57¼	42	5100			

Als die Form des Pulverkastens in die einer Igestumpften Pyramide verwandelt ward, deren große Grundfläche sich oberwärts befand, brachten 30 Pfd. Ladung einen 2 Zoll größern Trichter hervor, als die nämliche Ladung in einem gewöhnlichen flachen Pulverkasten. Es ist nicht zu zweifeln: daß auch hier diese Vergrößerung des Trichters mit den Ladungen zunimmt, wie bei den flachen Pulverkasten. Es sind jedoch keine weitern Erfahrungen in dieser Hinsicht angestellt worden.

Der Boden und die Seitenwände des Pulverkastens werden beinahe wie die holländischen Pfostengeviere, Fig. 13. Tab. I. zusammengefügt und mit hölzernen Nägeln befestiget. Bei stark geladenen Minen aber, wo der Kasten wegen seiner Größe nicht durch den Minengang gebracht werden kann, wird er erst in der Kammer zusammengesetzt, wenn er stückweise in dieselbe gebracht worden. Da die Löcher für die hölzernen Nägel hier schon eingebohrt und die Boden- und Seitenbretter genau gepaßt sind: läßt sich das Zusammensetzen leicht und schnell verrichten. An der einen Seite des Kastens ist dicht am Boden eine viereckige Oeffnung, von 4 Zoll im Lichten, eingeschnit-

Digitized by Google

ten, die durch die Zündröhre oder den Kastenzünder völlig ausgefüllt wird.

Der Deckel wird erst nach eingeschütteter Ladung auf den Kasten gelegt. In trockenem Boden ist es überflüssig: ihn besonders zu befestigen; in feuchtem Boden hingegen geschiehet dieses vermittelst hölzerner Nägel, oder besser, mit kupfernen Holzschrauben, um das Eindringen der Feuchtigkeit zu verhüten. Zu demselben Behuf wird der Deckel in diesem Falle äußerlich mit warmen Pech überstrichen und mit Wachstuch benagelt. Bei den Vertheidigungsminen, die einige Zeit geladen stehen sollen, wird gegen das Eindringen der Nässe bisweilen ein doppelter Pulverkasten angewendet; noch sichrer würde man seine Absicht erreichen, wenn man den äußeren Kasten um 8 bis 12 Zoll im Lichten weiter macht, als die Größe des inneren oder eigentlichen Pulverkastens beträgt, und alsdann den leeren Raum zwischen beiden Kästen mit frischgebranntem Kalk anfüllt, der alle von außen eindringende Feuchtigkeit aufnehmen und die Ladung trocken erhalten wird. Man kann auch in dieser Absicht den Kasten mit 6 bis 10 Zoll hohen Füßen versehen, damit er über die Sohle der Minenkammer erhaben ist, und das in letzterer sich sammelnde Wasser nicht bis an den Boden des Kastens steigt.

Die Pulverkasten der Schachtminen unterscheiden sich dadurch: daß die Oeffnung für den Kastenzünder sich oben in dem Deckel befindet, und daß der letztere größer ist, als der Kasten, wie weiter unten gezeigt werden wird. (S. Schachtminen).

Pulvermagazine (Magasin à poudre) gehören zwar in einer Festung ganz allein unter die Artillerie, müssen aber durch die Ingenieure, ihrer Bestimmung gemäß, erbauet und eingerichtet werden, so daß alsdann den Artilleristen blos die Aufbewahrung des Pulvers selbst überlassen bleibt.

Bei der unbedingten Wichtigkeit des letztern zur Vertheidigung, die ganz allein auf seiner Anwendung beruhet, darf man nichts unterlassen, um den in der Festung befindlichen Vorrath gegen jeden Zufall zu sichern. Der zu Aufbewahrung desselben bestimmte Ort muß demnach eben sowohl bombenfest gewölbt, als von den Wohnungen abgesondert seyn. Die Hintenansetzung dieser Regel hat nur zu oft schon die frühe Uebergabe einer Festung herbeigeführt. Derselbe Nachtheil ist zu besorgen: wenn ein beträchtlicher Theil Pulvers sich in einer Kasematte unter einem Bollwerke, oder dem Hauptwalle befindet, der durch das Auffliegen des Magazins nothwendig geöffnet werden würde, wie bei der Citadelle von Spandau 1813 geschah, wo die Explosion ein Bollwerk und einen Theil der Courtine zerstörte, so

Digitized by Google

daß die Pfahlröste umgestürzt aus dem Wassergraben emporstiegen und ein Theil des letzteren völlig zugeschüttet ward. Man sollte deshalb in jeder Festung den Pulvervorrath in drei Theile sondern, um durch eine Explosion nicht Alles auf einmal zu verlieren. Jeder dieser Theile aber muß in einem bombenfest gewölbten Magazin untergebracht werden, dem man seine Stelle in einem Außenwerke auf einer, von der Angriffsfronte entlegenen Seite anweist, wo die steinernen Caponieren in der Kehle der Raveline und in den Waffenplätzen der eingehenden Winkel des bedeckten Weges sehr gut dazu benutzt werden können, wie es in Calais der Fall ist. Welcher Nachtheil daraus erwächst, wenn die Pulvermagazine in der Stadt, mitten unter den Bürgerwohnungen sich befinden, haben die traurigen Beispiele von Avesnes und Danzig zur Genüge gezeigt.

In der früheren Zeit, wo man überhaupt nur wenig Geschütze hatte, und daher eine geringere Menge Pulver bedurfte, gewöhnte man sich: dasselbe in irgend einem Thurm der Ringmauer unterzubringen, und die Bürger wohnten ruhig dicht neben diesem Zerstörungsmittel, ohne zu ahnen: daß eine in der Stadt und in der Nähe des Magazins entstehende Feuersbrunst, irgend ein anderer unglücklicher Zufall durch Unvorsichtigkeit ihren gänzlichen Untergang herbeiführen könnte. So wie die Besatzungen stärker wurden und man auch viel mehr Geschütze anwandte, ward ein weit größerer Pulvervorrath nothwendig, mit dem auch die Größe der Gefahr für die Stadt und für die Festungswerke wuchs. Es ist daher äußerst wichtig: diesen Gegenstand gehörig zu berücksichtigen, da er in seinen Folgen so großen Einfluß auf die Dauer der Vertheidigung einer Festung haben kann, gegen die der größere Aufwand für die neuen Magazine durchaus in keinen Betracht kommt.

Die Größe der Pulvermagazine hängt von dem darinnen aufzubewahrenden Vorrath ab. Ein Gemach von 60 Fuß Länge, 25 Fuß Breite und 8 Fuß Höhe wird ohngefähr 550 Centner Pulver fassen können, wenn sie auf die im Wörterb. der Artillerie (Artik. Magazine) angegebene Weise gelegt werden. Das von dem General Meunier in Cherbourg 1788 erbauete Pulvermagazin ist 106 Fuß im Lichten lang, 26 Fuß breit, und 20 Fuß hoch. Seine Grundmauer ist $5\frac{1}{2}$ Fuß tief. Die Widerlagen sind im Grunde 15 Fuß dick: haben 5 Absätze, jeden zu 6 Zoll, und sind $12\frac{1}{2}$ Fuß dick über der Erde 3 Fuß hoch aufgemauert, wo sie einer 4 Fuß 9 Zoll hohen Abdachung sich bis auf 8 Fuß 4 Zoll verschwächen, und sonach 2 Fuß bis zu dem Anfange des Gewölbes gehen. Dieses ist halbkreisförmig, 26 Fuß im Lichten weit, 3 Fuß an den Seiten und 8 Fuß am Schlußsteine stark, äußerlich dachförmig gemauert und durch ein Schieferdach gegen die üble Witterung geschützt.

Digitized by Google

Die 5 Fuß ſtarken Giebelwände ſind im Grunde 6 Fuß dick mit 2 Abſätzen. In jeder befinden ſich eine Thür (5 Fuß breit, 7 Fuß hoch) und 2 Fenſter (5 Fuß hoch, 2¼ Fuß breit). Außerdem ſind ſowohl hier als in den Widerlagemauern ſehr viele Luftlöcher, 4 Zoll breit, 15 Zoll hoch, angebracht und mit kupfernen Gittern verſehen.

Der Dielenboden liegt 2½ Fuß über dem mit platten Steinen gepflaſterten Erdboden, und wird durch eine zwei Fuß dicke Mauer in der Mitte unterſtützt. Die Pulverfäſſer liegen zwiſchen hölzernen Ständern auf einer Art Gerüſte, auf das ſie, vermittelſt der oben an der Decke des Gewölbes an gegoſſenen Haken befeſtigten Scheiben, gehoben werden.

Man bemerkt an dieſem Magazine die Verſtärkung der Widerlagen, um die Strebepfeiler entbehren zu können. Es ſcheint jedoch nicht: daß dadurch weder an den Baukoſten, noch an der verſtärkten Feſtigkeit gewonnen wird. Das viele Holzwerk zu den Gerüſten, auf welche die Pulverfäſſer nicht ohne Beſchwerde gehoben werden können, vermehrt überdieſes den Aufwand bedeutend, ohne einigen Vortheil zu gewähren.

In Hinſicht der Erſparniß für Holz zu den Fäſſern, das man in Frankreich auf 2700000 Franken und ſeine jährliche Unterhaltung auf 135000 Franken berechnet, hat man vorgeſchlagen: in den Magazinen eine Art großen Kaſten von Holz oder Stein zu erbauen, der 3 Fuß von den Seitenmauern und 12 Fuß von den Giebelwänden abſteht, um und um luftdicht verſchloſſen, innerlich aber mit einem Kitt ausgeſtrichen und mit 1 Linie dicken Bleiplatten überzogen iſt, auch einen feſt anſchließenden Deckel hat. Das in dieſen Kaſten geſchüttete Pulver wird alsdann zum Gebrauch vermittelſt eines kupfernen Hahnes an dem andern Ende heraus gelaſſen.

Obgleich dieſer Vorſchlag anfangs einigen Schein für ſich hat, weil ein Pulvermagazin 86400 Pfund Pulver in Fäſſern enthält, der 34 Fuß lange, 17 Fuß breite, 6 Fuß tiefe Kaſten 221952 Pfund aufnehmen kann: ſteht ihm doch entgegen

1) das eben ſo nothwendige, als höchſt beſchwerliche Umſtoßen einer ſo großen Pulvermenge, die unmöglich durch und durch gearbeitet werden kann.

2) Die Langſamkeit des Herauslaufens durch den kupfernen Hahn, der ſich jeden Augenblick verſtopfen wird, ſelbſt wenn man ihm 6 Zoll innere Weite giebt.

3) Wird dadurch das Zuſammenhängen des Pulvers befördert, wenn das Magazin nur einigermaaßen feucht iſt, ohne daß es ein Mittel gäbe: dieſem Uebel zu begegnen.

4) Um das noch vorräthige Pulver zu überſehen, iſt eine Berechnung des angefüllten und des oberen leeren Raumes im Kaſten nöthig, die ſich nicht ohne einige Weitläuftigkeit, und

Digitized by Google

nicht ohne den Kasten zu öffnen, bewerkstelligen läßt, wobei in unterirdischen Gewölben nothwendig das Pulver Feuchtigkeit anziehen muß.

Zweckmäßiger zu Abhaltung der Feuchtigkeit ist der Vorschlag des Chemikers Champy d. jüng.: die innern Wände des Magazins mit zusammengelötheten Bleiplatten zu überziehen, weder Fenster noch andere Oeffnungen darinnen anzubringen, und die Thür möglichst luftdicht zu verschließen. Ein an der Decke hängender Kasten mit frischgebranntem Kalk nimmt alle in der Luft befindliche Feuchtigkeit auf, der dadurch abgelöschte Kalk fällt durch den durchlöcherten Boden des Kastens in einen andern Kasten herab, wo er von Zeit zu Zeit hinweg genommen und durch neuen Kalk ersetzt wird.

Die angestellten Versuche haben das völlige Einsaugen aller in Magazinen vorhandenen Luftfeuchtigkeit hinreichend bestätiget, und zwar in einem solchen Grade, daß selbst schon feucht gewordenes Pulver dadurch zu seinem vorigen Grade der Trockenheit zurück kehrte. Man wird demnach ohne Rücksicht auf die vorhergehende Trockenheit oder Feuchtigkeit der Magazine bei dieser Einrichtung derselben das Pulver ohne alle Besorgniß in demselben aufbewahren können, und es wird sogar bisweilen bei dem Herausnehmen von noch besserer Beschaffenheit seyn, als es zu der Zeit war, wo man es in das Magazin brachte.

Die Stärke der halbkreisförmigen Gewölbe ist durch die Erfahrung an der schwächsten Stelle L M, Fig. 145. Tab. XIII. auf 3 Fuß bestimmt, um den darauf fallenden Bomben zu widerstehen, und ist die Theorie davon schon oben (Artik. Kasematten) gegeben worden. Um die Wirkungen einer Explosion zu schwächen, schlägt der franz. Ingenieur Sennermont vor: die eine Giebelwand des Pulvermagazins nur von geringer Stärke zu machen und sie gegen das freie Feld oder irgend eine Seite zu wenden, wo die Explosion nur wenig Schaden thun kann. Giebt man der andern Giebelwand eine, dem Gewölbe und den Widerlagen ziemlich gleiche Stärke, so wird die schwache Giebelwand die kürzeste Widerstandslinie ausmachen, und die ganze Wirkung der etwanigen Explosion dahin gehen. Bei der Entzündung großer Pulvermassen ist jedoch zu erwarten: daß selbst der Widerstand der Widerlagen als unendlich klein anzusehen, und daß die eben erwähnte Einrichtung der Magazine nicht den erwarteten Nutzen leisten wird. Der Vorschlag scheint unterdessen wohl einer Prüfung werth, da es Fälle geben kann, wo es nützlich ist: ein Pulvermagazin auf die angeführte Weise wie eine Mine zu behandeln.

Obwohl durch die Anwendung des Kalkes auch die feuchtesten Pulvermagazine trocken, und daher alle sogenannte Luftmagazine entbehrlich gemacht werden können, würde es doch im

Digitized by Google

Allgemeinen nachtheilig seyn: sie ganz abzuschaffen, und den Pulvervorrath auch in Friedenszeiten in den Festungen selbst aufzubewahren. Sind die letztern nur klein, bleibt bei einem — nie ganz zu verbürgenden — Unfall das Pulvermagazin immer ein höchst gefährlicher Nachbar der Bürgerwohnungen, deren Zerstörung eine nothwendige Folge des Auffliegens des erstern seyn wird. Diese Luftmagazine werden außerhalb der Festung — etwa 1000 bis 1500 Schritt von derselben — in einem von Pallisaden umschlossenen Raume, mit schwachen Mauern, von höchstens ½ Mauerstein Stärke aufgeführt, und blos mit einem leichten Dache versehen.

Es ist übrigens eine unerläßliche Bedingung: allen permanenten Pulvermagazinen Wetterableiter zu geben (s. dies Wort), so lange die von dem verdienstvollen General von Helwig aufgestellte Hypothese, nach welcher der Blitz mit den Erscheinungen des electrischen Fluidums keineswegs als homogen angesehen werden darf, noch nicht bis zur Evidenz erwiesen ist.

Außer den vorher beschriebenen Festungsmagazinen werden in einer Belagerung noch andere kleine Magazine für den täglichen Gebrauch des Geschützes erfordert, deren Verfertigung aber dem Ingenieur nicht zukommt, und schon im Wörterbuch d. Artillerie a. n. O. beschrieben worden ist. Man sehe auch den Artik. Festungsbatterien.

Pulversäcke (sacs à poudre) sind aus Segeltuch zusammengenäht, mit 2 Pfund Pulver gefüllt, mit einem eingebundenen Zünder versehen, und in Pech geteuft. Man bedient sich ihrer häufig anstatt der Handgranaten bei dem Angriff und der Vertheidigung der Festungen, weil sie ihre Stücken nicht so weit herumwerfen, als jene.

Pulverwurst, s. Zündwurst der Minen.

Pumpen zur Vertheidigung, s. Stoßpumpen.

Punkte, militairische, sind solche Terrainstellen, die in Hinsicht auf die offensiven oder defensiven Operationen wichtig sind, und daher entweder permanent, oder wenigstens für die Zeitdauer des Feldzuges befestiget werden müssen. Man kann demnach unter diesem Namen begreifen

1) alle diejenigen Orte an großen Flüssen und Hauptstraßen, wo durch stehende Brücken den Armeen ein sicherer und bequemer Uebergang dargeboten wird. Als Beispiele können hier Mainz, Fort Louis, Straßburg, Magdeburg, Wittenberg, Dresden und mehrere andere dienen.

Digitized by Google

2) Solche Gebirgspässe, durch deren Besetzung man dem Feinde jeden Einbruch in das flache Land verwehren kann. Dahin gehören: Briançon für Frankreich, Funetarabia für Spanien, Exiles, Susa und Pignerol für Piemont, Glatz und Silberberg für Schlesien, Pleß und Theresienstadt für Böhmen.

3) Muß man durch befestigte Orte die Gemeinschaft entfernter Provinzen untereinander sichern: so dient Cöln, Luxemburg und Wesel zur Verbindung Deutschlands und der Niederlande; die Tyroler Festungen verbinden Deutschland mit Ober-Italien, und sind daher in militairischer Hinsicht für Oesterreich unentbehrlich.

4) An großen Flüssen, die ihren Lauf nach dem feindlichen Lande nehmen, oder da, wo mehrere große Straßen zusammentreffen, bieten oft große Städte bequeme Niederlagen für die Lebensmittel und Kriegsbedürfnisse dar, und werden dadurch — wenigstens für die Dauer des Feldzuges — wichtig.

5) Bei dem Vordringen in die feindlichen Provinzen muß für den schlimmsten Fall der Rückzug der Truppen durch befestigte Zwischenpunkte gesichert werden, bei denen sich die geschlagene Armee von Zeit zu Zeit setzen, und durch deren starke Besetzung man den Feind von dem zu raschen Verfolgen abhalten kann.

6) Eine im Verhältniß der feindlichen Streitkräfte schwache Armee bedarf fester Stützpunkte, wenn sie ein Treffen wagen will. Sie ist dadurch im Stande, durch jene festen Punkte begünstiget, sich vielleicht auf einem Flügel zu schwächen, um auf dem andern dem Feinde überlegen zu seyn. Dies ist vorzüglich der große Vortheil, welchen Festungen im Vertheidigungskriege gewähren.

Q.

Quartierstücken heißen diejenigen Mauerziegel, welche nur die Hälfte der gewöhnlichen Länge oder Breite haben, und bei Aufführung der Mauern zu Bewirkung eines bessern Verbandes mit eingelegt werden.

Queergewölbe, s. Traversen.

Quetscher (Camouflet) ist schon oben (Artik. Dampfminen) beschrieben worden. Da man sie immer in der Gegenwart des feindlichen Minirers, und um ihn zu vertreiben, anlegt: muß man sich gewöhnlich mit einer willkührlich, und im Verhältniß des Abstandes der feindlichen Gallerie angenommenen

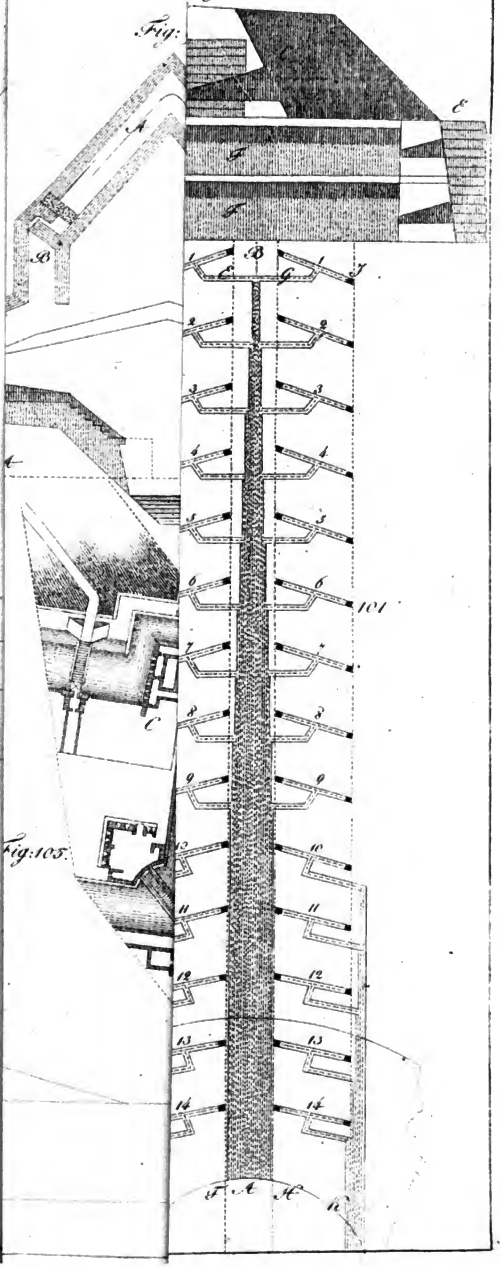
Ladung begnügen, die nach der Erfahrung allgemein auf 10 bis höchstens 20 Pfund Pulver gesetzt wird. Könnte man die Entfernung des Feindes immer mit einiger Zuverlässigkeit bestimmen: würde man die Ladung für den Quetscher auf die oben (Artik. Ladungen) angegebene Weise finden, oder auch die hier beistehenden nehmen können.

Entfernung des feindlichen Rameaux.	Pulverladungen		
	In lockrer Sanderde.	Gewöhnliche Gartenerde.	Fester Thon.
3 Fuß . . .	2,7 ℔	4,6 ℔	5,4 ℔
4 — . . .	6,4	10,9	12,9
5 — . . .	12,5	21,2	25,0
6 — . . .	21,7	36,4	43,4

Ende
des zweiten Theiles

Digitized by Google

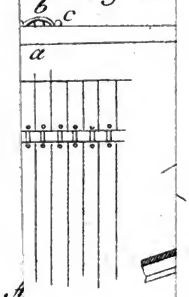
Fig: 96.



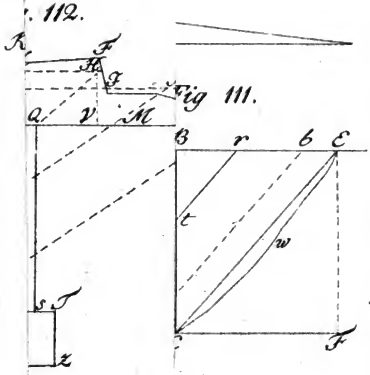
Digitized by Google

Digitized by Google

Fig. 107. Tab. IX.

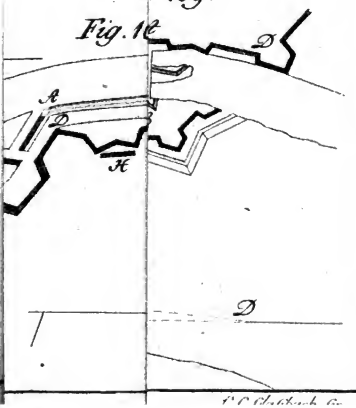


. 112.



. 109.

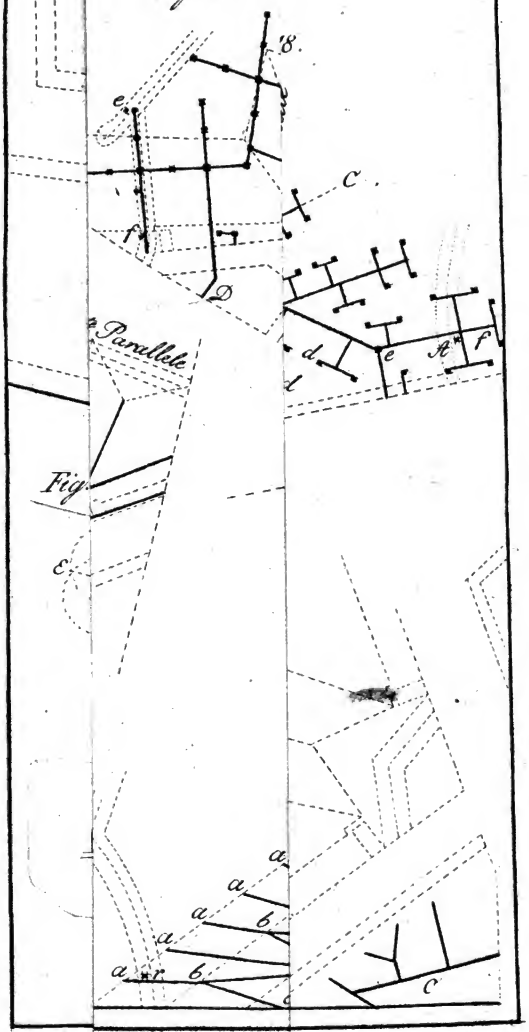
Fig. 1[illegible]



Digitized by Google

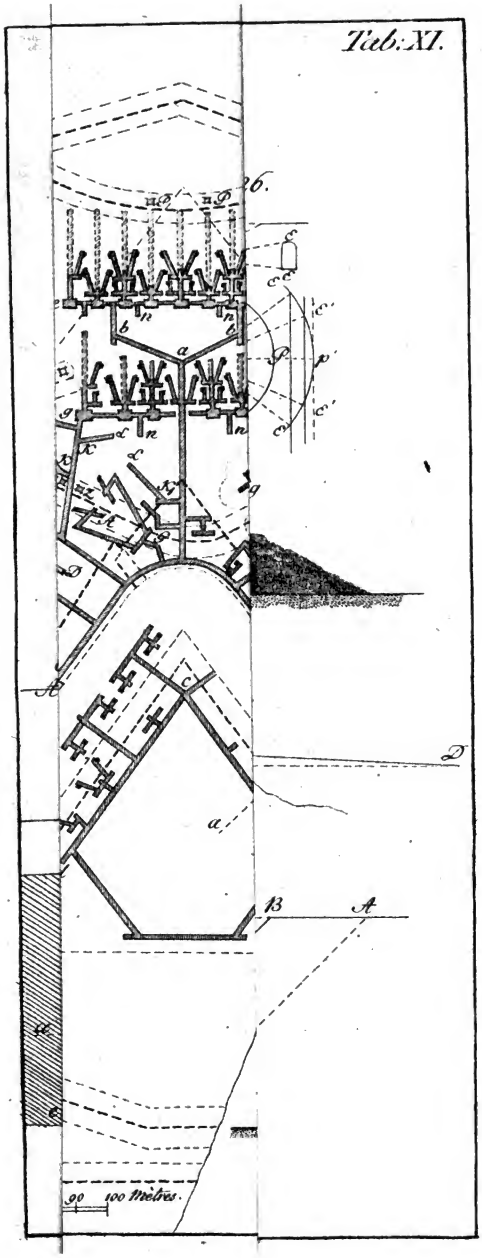
Tab. X.

Fig. 117.

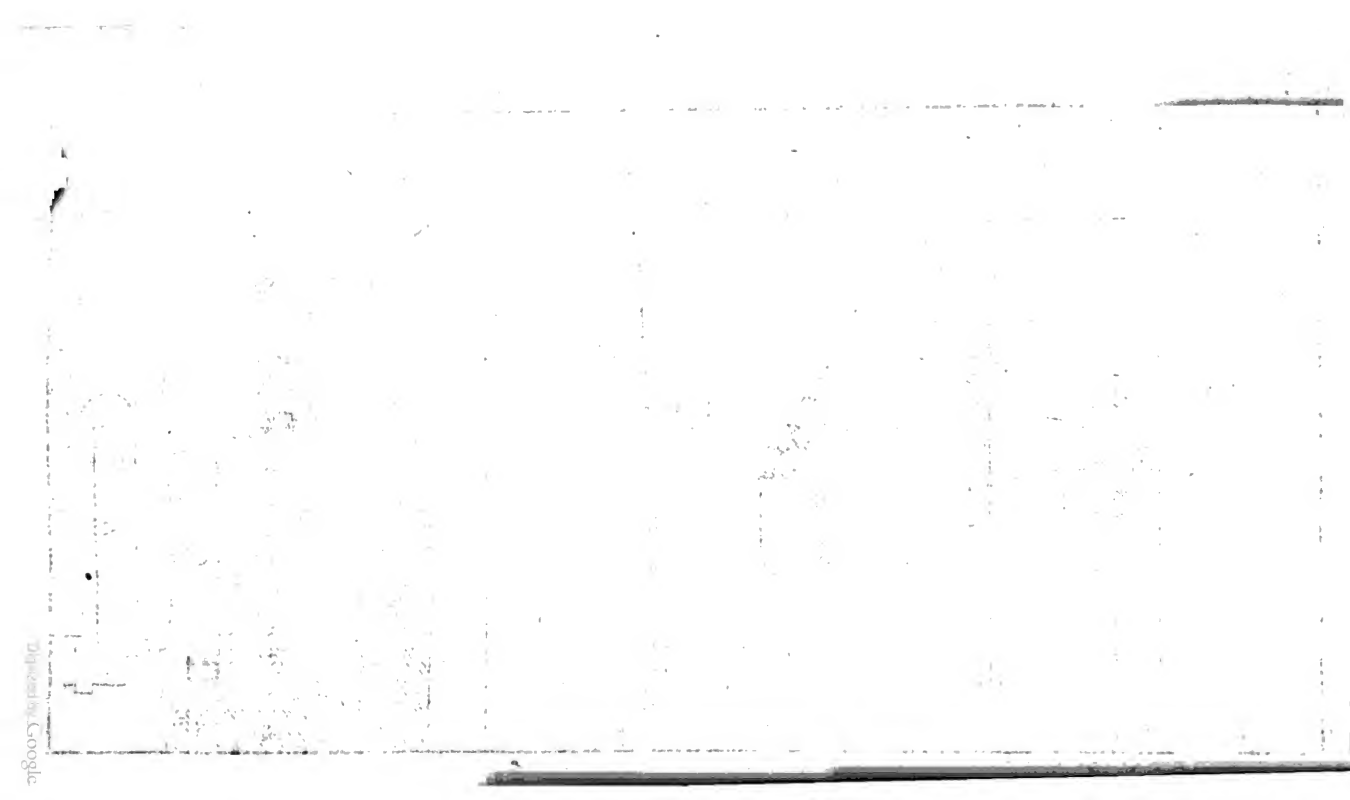


Digitized by Google

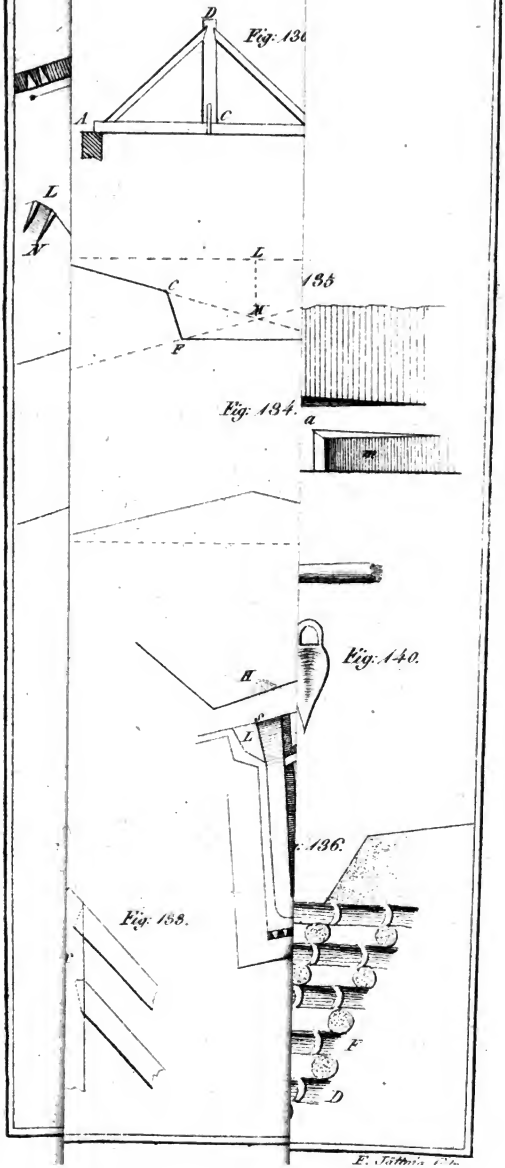
Digitized by Google



Digitized by Google



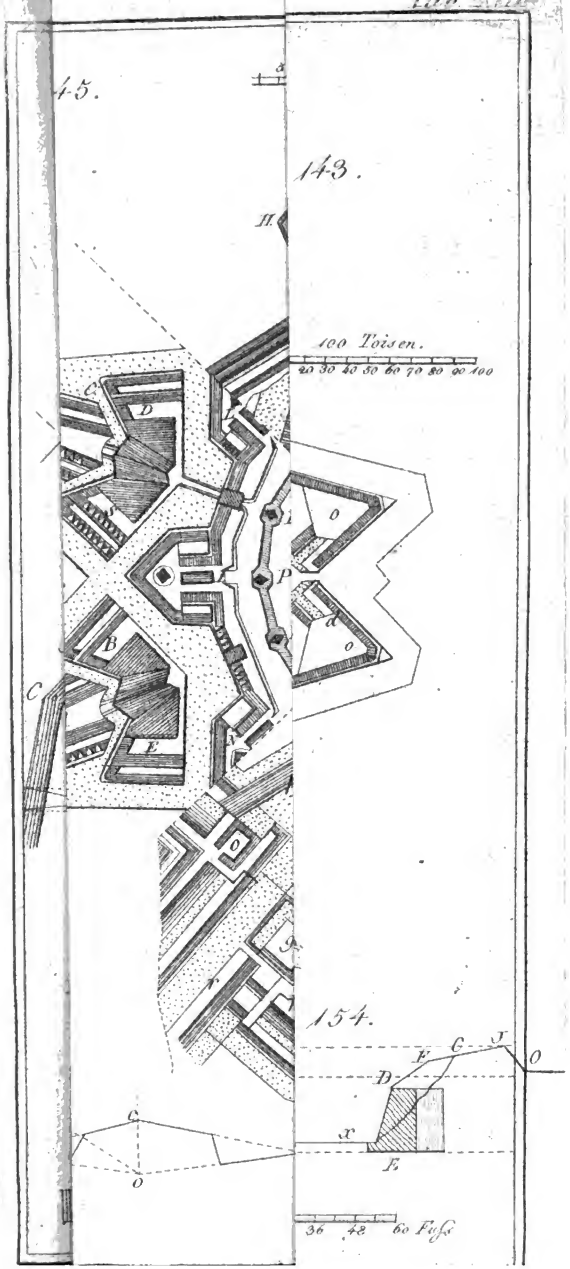
Tab: XII



E. Jättnig Lith.

Digitized by Google

Digitized by Google



Digitized by Google

Digitized by Google

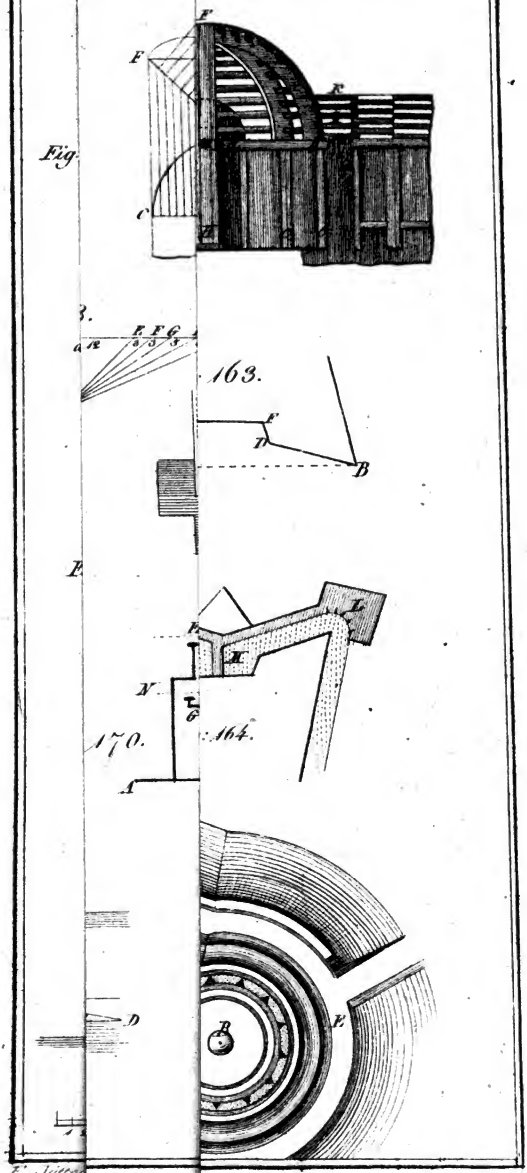
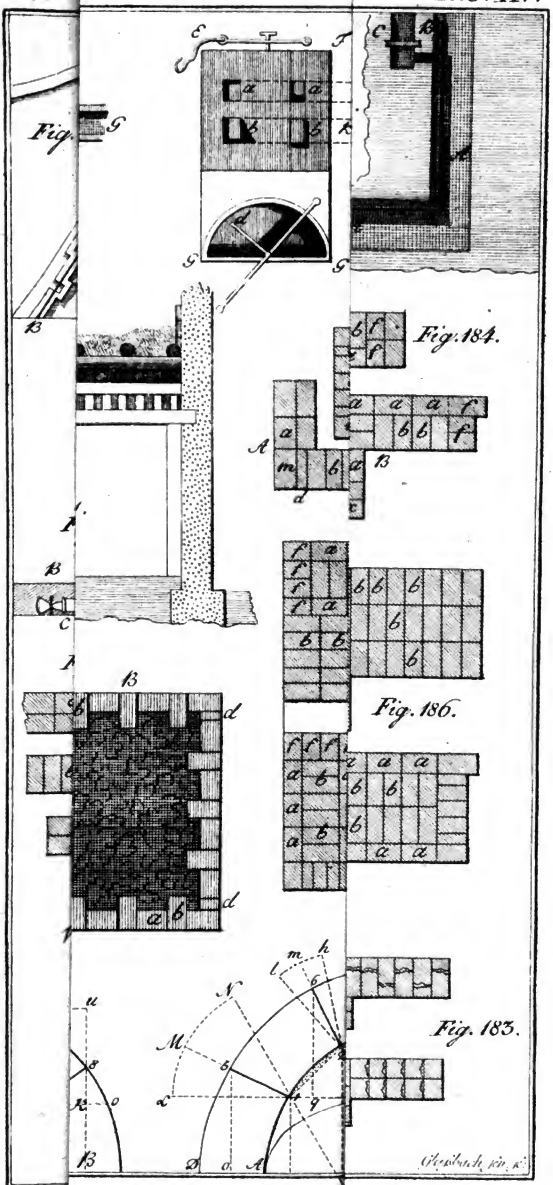


Fig.
163.
164.
170.

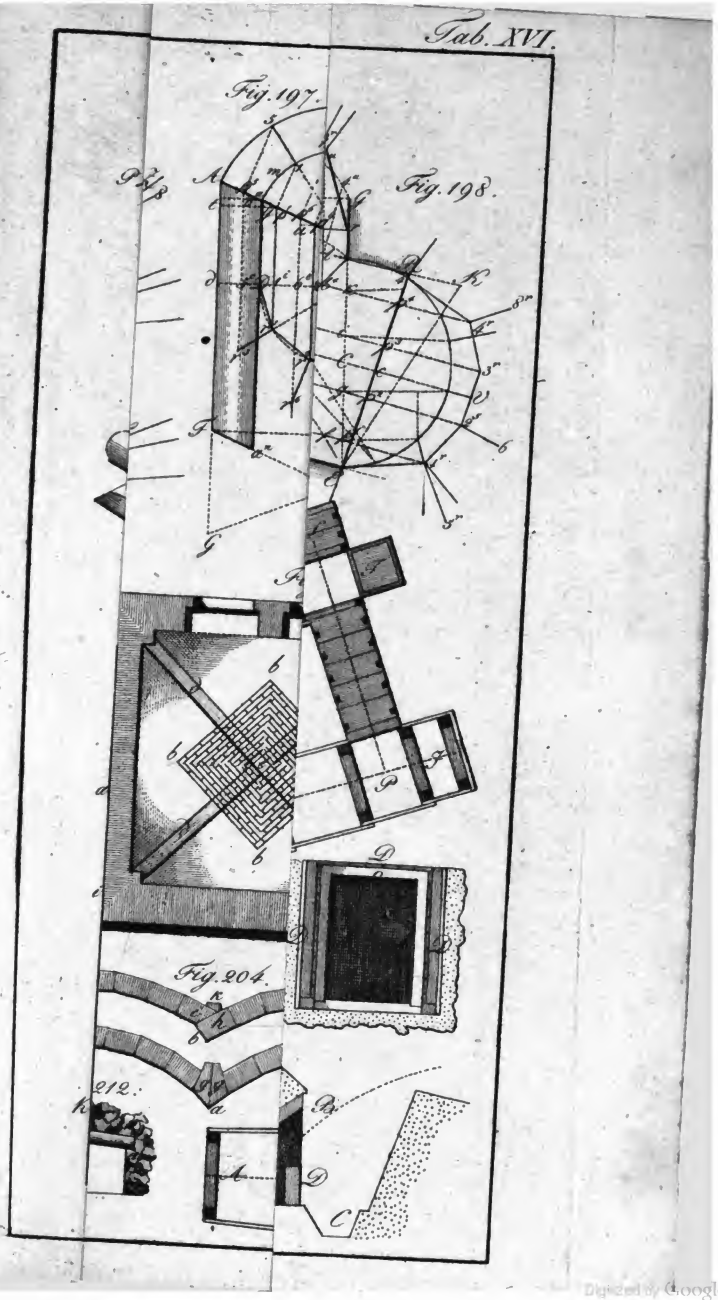
Digitized by Google



Digitized by Google

Digitized by Google

Tab. XVI.



Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google